



IX CONGRESO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas**

Madrid, 9 de mayo de 2017

COMITÉ ORGANIZADOR

Pilar García Rebollar

Estudiantes

Carlos Manzanares Panadero
María Rodríguez Francisco

Comité científico

Silverio Alarcón Lorenzo
María R. Alvir Morencos
M^a Antonia Bañuelos Bernabé
Mercedes Flórez García
José María Fuentes Pardo

Ana Isabel García García
Carlos Hernández Díaz-Ambrona
David Menoyo Luque
Raúl Sánchez Calvo Rodríguez
José Francisco Vázquez Muñiz

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a la Fundación Premio Arce, a la Comunidad de Madrid a través del Proyecto MEDGAN (S2013/ABI-2913), a NANTA S.A., Editorial Agrícola Española, y a la Cátedra Fertiberia como patrocinadores de este evento.

AGRADECIMIENTOS	2
SESIÓN C1	5
SESIÓN C2	49
EFECTO DE CONDICIONES AMBIENTALES CONTROLADAS SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CONEJAS PRIMÍPARAS.....	51
INFLUENCIA DE LA FACILIDAD DE PARTO EN LA FERTILIDAD POSTERIOR, LA MORTALIDAD EN EL PRIMER MES DE VIDA Y EL PESO AL DESTETE EN GANADO VACUNO DE RAZA PIRENAICA.	67
WORKING WITH PEOLPE - DIRECTRICES VOLUNTARIAS PARA LA GOBERNANZA DE LA TIERRA FAO: ANÁLISIS CASOS REALIZADOS EN COLOMBIA.....	71
SESIÓN PÓSTERS	91
ÍNDICE DE PALABRAS CLAVES	119
ÍNDICE AUTORES	121
ÍNDICE TUTORES.....	123

SESIÓN C1



VALOR NUTRITIVO DE SUBPRODUCTOS DE CÍTRICOS PARA LOS ANIMALES RUMIANTES

De Evan, Trinidad; Haro, Andrés Norberto

Tutores: Carro, María Dolores y De Blas, Carlos

*Departamento de Producción Agraria, E.T.S.I. Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas, Universidad
Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España*
t.deevan@alumnos.upm.es

RESUMEN

En España se genera una gran cantidad de subproductos de cítricos que podrían usarse en la alimentación de los animales rumiantes, pero para ello es necesario conocer su valor nutritivo. El objetivo de este estudio fue analizar la composición química y la producción de gas *in vitro*, de muestras de subproductos de cítricos producidos en España. Para ello se utilizaron 10 muestras de naranja y 10 muestras de limón, divididas ambas en 5 muestras de corteza y 5 muestras de pulpa. Además, como muestras de comparación se emplearon la cebada y pulpa de remolacha. El contenido de los subproductos estudiados (g/kg de materia seca) en fibra neutro detergente (132 - 431), azúcares (196 - 544), proteína bruta (51,3 - 81,9) y extracto etéreo (15,5 - 80,5) fue muy variable, pero estuvo dentro de los rangos descritos por otros autores. Las muestras de limón tuvieron contenidos mayores ($P < 0,05$) en fibra neutro detergente, proteína bruta y extracto etéreo en comparación con las muestras de naranja, pero el contenido en azúcares fue inferior ($P < 0,05$). Por otra parte, no se detectaron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre fracciones (pulpa vs. corteza) en la composición química. Los valores de la producción potencial de gas (PP) y el ritmo fraccional de producción de gas (c) de los subproductos de cítricos fueron similares a los de la cebada. Sin embargo, el tiempo hasta que empieza la producción de gas (Lag) fue menor en los subproductos de cítricos ($< 0,9$ h) que en la cebada ($> 3,0$ h), debido posiblemente a su elevado contenido en azúcares. Los resultados obtenidos indican que los subproductos de cítricos podrían ser una fuente de energía adecuada para remplazar a la cebada en las dietas de los animales rumiantes.

Palabras clave: *Subproductos de naranja y limón, producción de gas in vitro, composición química.*

INTRODUCCIÓN

En la Unión Europea, España es el mayor productor de cítricos y a nivel mundial se sitúa en el quinto puesto, con una producción que supera los siete millones de toneladas anuales (MAGRAMA, 2016). Este sector genera una gran cantidad de subproductos, con un elevado aporte energético y alto contenido en pectinas y azúcares, por lo que podrían usarse como materias primas en dietas para los animales rumiantes. Sin embargo, los subproductos de cítricos son muy diversos, por lo que su composición química y valor nutritivo también puede ser variable (FEDNA, 2010; Feedipedia, 2016). El objetivo de este trabajo fue analizar la composición química y la producción de gas *in vitro* de subproductos de cítricos producidos en nuestro país.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 20 muestras de subproductos de cítricos (10 de naranja y 10 de limón), obtenidas en diferentes empresas procesadoras. Para cada tipo de cítrico, cinco muestras estaban formadas por pulpa y otras cinco por corteza, según la clasificación realizada por las empresas. Además se incluyeron con fines comparativos una muestra de cebada y otra de pulpa de remolacha. Las muestras de subproductos se liofilizaron y



se molieron usando una malla de 1mm de paso para el análisis de su composición química (Tabla 1) y fermentación *in vitro*.

Se realizó una incubación *in vitro* con líquido ruminal obtenido de cuatro ovejas adultas fistuladas en el rumen y alimentadas con heno de gramíneas y concentrado en proporción 2:1. Se incubaron 200 mg de materia seca (MS) de cada muestra en viales de 60 ml, a los que se añadieron 20 ml de una mezcla del líquido ruminal de cada oveja y medio de cultivo (Goering y Van Soest, 1970) en relación 1:4 (vol/vol). Los viales se incubaron a 39°C y se midió la producción de gas a las 2, 4, 6, 9, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 48, 60, 72 y 96 horas. A la producción de gas en los viales se le restó la originada en el blanco correspondiente para corregir la producción de gas endógena. Los datos de producción de gas se ajustaron al modelo: $Y = PP (1 - e^{(-c(t - Lag))})$, en el que c es el ritmo fraccional de producción de gas, PP su producción potencial, Lag es el tiempo necesario para que comience la producción de gas y t es el tiempo de medida. Asimismo, se calculó la degradabilidad efectiva de la MS para un ritmo de paso del 2,5% (DEMS_{2,5}) y 6% (DEMS₆). Estos ritmos de paso corresponden a animales con niveles de ingestión bajos y medios, respectivamente.

Los datos de composición química se analizaron mediante un análisis de varianza factorial, en el que los factores fueron el tipo de cítrico (naranja vs. limón), la fracción (pulpa vs. corteza) y la interacción cítrico x fracción. Los parámetros de producción de gas se analizaron con el mismo modelo, pero además se incluyó el inóculo como un efecto aleatorio. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EEUU) y el nivel de significación estadística se estableció en $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede observar en la Tabla 1, la composición de los subproductos fue variable, especialmente su contenido en proteína bruta (51,3 – 81,9 g/kg MS), fibra neutro detergente (132 - 431 g/kg MS) y fibra ácido detergente (89,0 – 202 g/kg MS). En todos los casos, los valores estuvieron dentro del rango descrito por otros autores (Bampidis y Robinson, 2006; FEDNA, 2010; Feedipedia, 2016).

Tabla 1. Composición química (valores mínimo y máximo) de los subproductos y materias primas de comparación.

Item ¹	Naranja		Limón		Cebada	Pulpa de remolacha
	Corteza	Pulpa	Corteza	Pulpa		
MS	156 - 225	184 - 204	117 - 215	130 - 169	89,9	90,2
MO	965 - 969	968 - 969	954 - 961	933 - 959	98,4	94,9
PB	51,3 - 67,9	58,4 - 73,3	65,8 - 81,9	57,1 - 79,6	11,2	9,41
EE	15,5 - 55,6	20,3 - 49,0	43,8 - 80,5	44,2 - 54,4	2,52	0,80
Azúcares	431 - 523	409 - 544	196 - 295	236 - 389	NA ²	NA ²
FND	132 - 218	163 - 215	278 - 431	190 - 354	16,8	48,1
FAD	97,7 - 123	89,0 - 133	153 - 202	142 - 184	6,92	24,2

¹ MS: materia seca (g/kg materia fresca); MO: materia orgánica; PB: Proteína bruta; EE: extracto etéreo; FND: fibra neutro detergente; FAD: fibra ácido detergente. Todos, excepto la MS, expresados en g/kg MS.

² NA: no analizado.

Los subproductos de naranja presentaron mayor ($P \leq 0,007$) contenido en MS, materia orgánica (MO) y azúcares y menor ($P \leq 0,004$) contenido en proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) que los subproductos de limón (Tabla 2). Sin embargo, no hubo diferencias entre la corteza y pulpa en ninguna de las fracciones químicas analizadas ($P > 0,05$), excepto una tendencia ($P = 0,07$) a un mayor contenido en extracto etéreo en la pulpa que en la corteza. La



composición química puede variar en función del tipo de cítrico, pero también se ve afectada por el abonado, la climatología y los procesos industriales de los que se obtienen los subproductos cítricos (Marín *et al.*, 2007).

Tabla 2. Efecto del tipo de cítrico (C) y la fracción del subproducto (F) en la composición química de subproductos de cítricos.

Item ¹	Cítrico		Fracción		EEM ²	P =		
	Naranja	Limón	Corteza	Pulpa		C	F	C x F
MS	190	152	171	170	12,2	0,007	0,95	0,81
MO	968	953	959	962	2,4	0,001	0,24	0,06
PB	60,1	70,5	65,3	65,3	3,10	0,004	0,99	0,08
EE	34,2	57,1	40,2	51,1	5,55	0,001	0,07	0,48
Azúcares	460	289	392	356	26,6	0,001	0,20	0,08
FND	189	313	239	262	22,4	0,001	0,32	0,32
FAD	115	170	139	146	7,6	0,001	0,42	0,41

¹ MS: materia seca (g/kg materia fresca); MO: materia orgánica; PB: Proteína bruta; EE: extracto etéreo; FND: fibra neutro detergente; FAD: fibra ácido detergente. Todos, excepto la MS, expresados en g/kg MS.

² EEM: error estándar de la media.

La producción de gas hasta las 60 horas de incubación fue mayor en los subproductos de cítricos que en la cebada y la pulpa de remolacha (Figura 1), lo que ocasionó menores valores de *Lag* para los subproductos (< 0,9 h) que para la cebada y pulpa de remolacha (>3,0 h). En cuanto a los parámetros de producción de gas (Tabla 3), los subproductos de limón tuvieron mayores valores de *Lag* y *c* que los de naranja ($P < 0,05$), mientras que los de naranja tuvieron una mayor $DEMS_{2,5}$ ($P < 0,05$), pero para los valores de PP y $DEMS_6$ no encontramos diferencias entre cítricos ($P > 0,05$). El menor *Lag* de los subproductos de naranja pudo deberse a su mayor contenido en azúcares, ya que estos son rápidamente degradados en el rumen. No se observaron interacciones cítrico x fracción en los parámetros de producción de gas, excepto en el parámetro *c* ($P = 0,005$). No se detectaron diferencias ($P > 0,05$) entre fracciones en ninguno de los parámetros de producción de gas.

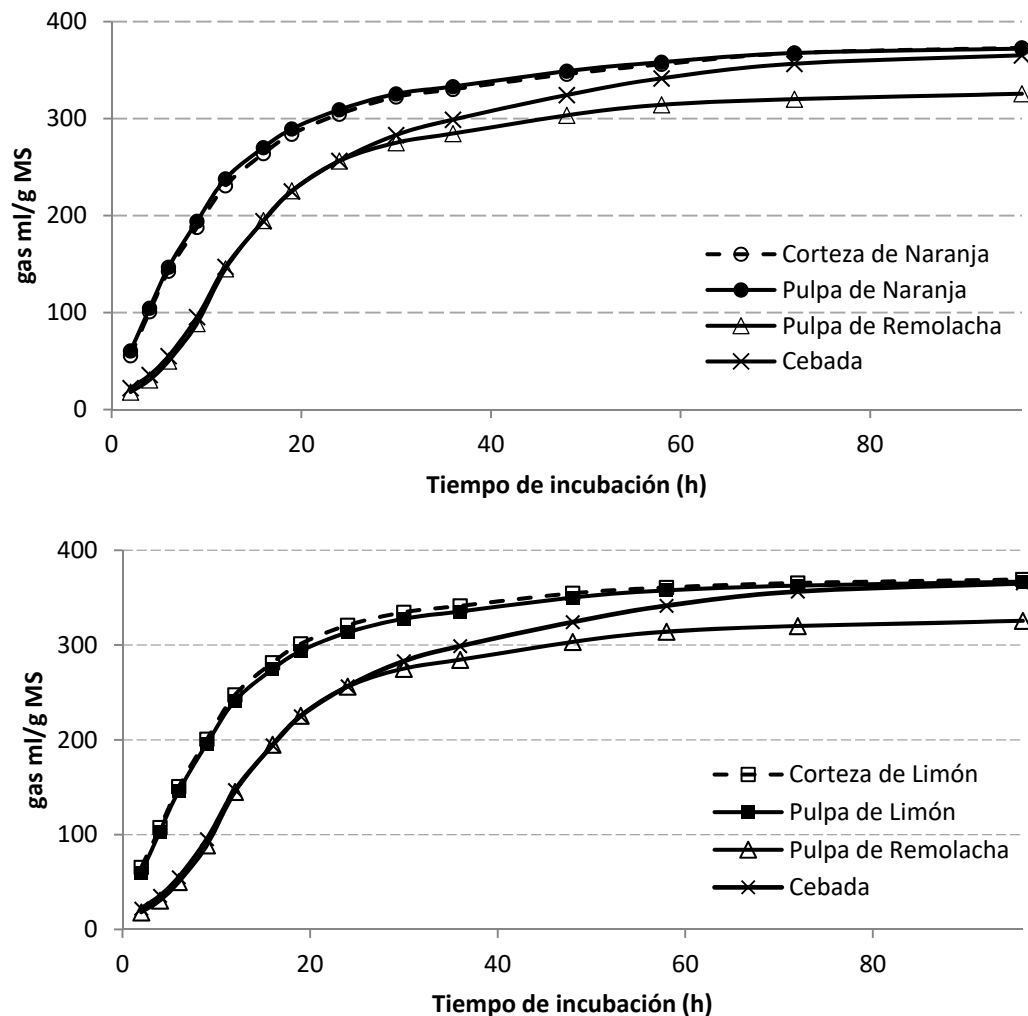
Tabla 3. Efecto del tipo de cítrico (C) y la fracción del subproducto (F) en los parámetros de la cinética de producción de gas de los subproductos de cítricos.

Item ¹	Cítrico		Fracción		EEM ²	P =		
	Naranja	Limón	Corteza	Pulpa		C	F	C x F
PP (ml/g MS)	361	360	361	361	2,2	0,52	0,63	0,56
<i>c</i> (%/h)	8,33	9,41	8,97	8,86	0,142	0,001	0,97	0,005
<i>Lag</i> (h)	0,28	0,57	0,39	0,43	0,063	0,001	0,90	0,79
$DEMS_{2,5}$ (%)	71,8	69,9	71,5	70,6	0,44	0,001	0,24	0,81
$DEMS_6$ (%)	54,2	53,9	54,7	53,8	0,40	0,45	0,26	0,37

¹ PP: producción potencial de gas; *c*: ritmo fraccional de producción de gas; *Lag*: tiempo hasta que empieza la producción de gas; $DEMS_{2,5}$ y $DEMS_6$: degradabilidad efectiva de la materia seca para un ritmo de paso de 2,5 y 6,0%, respectivamente.

² EEM: error estándar de la media.

Figura 1. Producción de gas de subproductos de cítricos, pulpa de remolacha y cebada.



CONCLUSIONES

En resumen, existieron pocas diferencias entre los distintos tipos de subproducto de cítricos en su cinética de producción de gas *in vitro*, a pesar de que la composición química fue variable. Los subproductos de cítricos analizados se degradaron más rápidamente que la cebada y la pulpa de remolacha, pero su producción potencial de gas fue similar a la de la cebada. Por ello, los subproductos de cítricos pueden ser una fuente de energía adecuada para remplazar a la cebada en las dietas de los animales rumiantes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los proyectos AGL2016-75322-C2-1-R y AGL2014-56653-C3-1-R.

BIBLIOGRAFÍA

- Bampidis V.A., Robinson P.H. 2006. Anim. Feed Sci. Technol. 128: 175–217.
- FEDNA. 2010. Ed.: C. de Blas, G.G. Mateos, P. García-Rebollar. Madrid.
- Feedipedia. 2016. Base de datos. <http://www.feedipedia.org>. Consultado 15/07/2016.
- Goering, H. K., Van Soest, P. J. 1970. Agricultural Research Service-USDA, Washington, D.C. No. 379.
- MAGRAMA. 2016. Disponible en: <http://www.mapama.gob.es/estadistica/pags/anuario/2015/AE15.pdf> [Visitado: 20 Febrero 2017].
- Marín F., Soler C., Benavente O., Castillo J., Pérez A. 2007. Food chem., 100: 736–741.



DIRECTRICES VOLUNTARIAS DE GOBERNANZA DEL TERRITORIO (FAO) Y COMPETENCIAS EN LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (IPMA) PARA EL CONFLICTO MAPUCHE EN CHILE

Bugueño-Echiburu, Felipe¹

De Los Ríos, Ignacio²; Castañeda, Rodrigo³

¹E.T.S.I.A.A.B. Universidad Politécnica de Madrid.

²Grupo GESPLAN. E.T.S.I.A.A.B. Universidad Politécnica de Madrid. ³Partnership Unit (OPCP). Food and Agriculture Organization of the United Nations.

felipe.bugueno.echiburu@alumnos.upm.es; ignacio.delosrios@upm.es; rodrigo.castaneda@fao.org.

RESUMEN

El conflicto entre el Estado chileno y algunas organizaciones mapuches se ha radicalizado en los últimos años. Desde sus orígenes, en la segunda mitad del siglo XIX, el conflicto ha tenido relación con el no reconocimiento de los derechos consuetudinarios y con intervenciones empresariales realizadas en zonas de interés cultural para las comunidades mapuches. Se analiza el conflicto según los estándares internacionales de competencias para la dirección de proyectos IPMA, las directrices voluntarias de gobernanza de la FAO y el meta-modelo de planificación social Working with people. Se ha evidenciado que la ausencia de competencias de comportamiento es la principal causa de la radicalización del conflicto. La integración de los agentes involucrados en la toma de decisiones, la generación de conocimiento compartido y la consideración de las competencias IPMA por parte de todos los involucrados, fortalecerá el desarrollo y facilitará la solución del conflicto.

Palabras clave: *Aprendizaje social, gobernanza de la tierra, competencias IPMA*

INTRODUCCIÓN

El “conflicto mapuche” tiene sus orígenes en el proceso denominado “La ocupación de La Araucanía” durante la segunda mitad del siglo XIX, el cual consistió en incorporar a las comunidades mapuches a la sociedad chilena debido a la utilidad productiva que se le atribuyó al territorio que estos ocupaban y así satisfacer la demanda de cereales generada por la fiebre del oro en California (Pinto, 2003; Memoriachilena.cl). En “la ocupación de La Araucanía”, el Estado chileno implementó el proyecto de Cornelio Saavedra, utilizando estrategias legales y militares permitiendo al Estado apropiarse de las tierras que tradicionalmente habían sido ocupadas por los mapuches (Guevara, 1902; Aylwin, 1996). La penetración del territorio por parte de extranjeros y la adquisición de grandes superficies generó descontento en las comunidades mapuches, promoviendo la aparición de disputas y guerras (Aylwin, 1995; Pinto, 2003). Estas tierras, en propiedad de mapuches, del Estado y de privados, se comenzaron a vender a empresas de gran capital, en su mayoría extranjero, quienes no consideraron el valor patrimonial de la tierra y sólo se tenía en cuenta el valor comercial, provocando los primeros enfrentamientos de carácter legal y social entre la población local y los empresarios (FAO, 2014). A principios del siglo XX, se implementaron políticas que regularon la adquisición de terrenos indígenas por parte de extranjeros o chilenos no mapuches. Después de los procesos de radicación indígena y colonización extranjera (Aylwin, 1995), el Estado elaboró propuestas que buscaban conseguir una integración plena de las sociedades indígenas. En el año 1993 se promulgó la ley 19.253 (con última modificación el año 2014), donde se reconoce que la tierra es el “fundamento principal de la existencia y cultura indígena en Chile” (Congreso Nacional, 2014), promoviendo el respeto, protección y desarrollo de los indígenas, sus culturas, familias y comunidades. A pesar de los esfuerzos realizados, el conflicto se ha mantenido como un enfrentamiento entre el Estado chileno y algunas comunidades mapuches, que como ocurre en muchos de los conflictos relacionados con la utilización de los recursos naturales, no ha estado exento de violencia en distintos



niveles e intensidad (Forest Policy and Economics, 2013). Las reformas agrarias y la libre competencia, han favorecido el proceso de concentración de tierras en Chile (FAO, 2013b), agravando el conflicto. Sin embargo, los conflictos no siempre generan consecuencias negativas ya que pueden aprovecharse como una oportunidad para generar nuevas ideas e incentivos para una gestión adecuada de los recursos (Gómez-Vázquez et al., 2009). Muchos de los proyectos actuales, influyen sobre las comunidades que viven en esas tierras, ya sea a través del impacto ambiental, la utilización de recursos naturales o la generación de empleo. Sin embargo, los proyectos de inversión no han involucrado adecuadamente a los vecinos para poder conseguir un desarrollo comunitario conjunto. Estos proyectos se han desarrollado bajo el enfoque modernista, con una prioridad técnica (Cazorla et al., 2013) que no ha considerado adecuadamente a todos los agentes involucrados, aumentando el descontento e inestabilidad social, generando problemas en la planificación del uso de la tierra y división de la sociedad. La principal complejidad en la dirección de proyectos se relaciona con el componente social de los agentes implicados y con el contexto donde se desarrollan dichos proyectos (IPMA, 2009; De los Ríos-Carmenado et al. 2014). Conocer y analizar estos factores de complejidad, en conjunto con el componente técnico, permiten una adecuada dirección y gestión de los proyectos (De los Ríos-Carmenado et al., 2013), además, el no contar con el apoyo y aprobación de todos los agentes implicados puede poner en riesgo el desarrollo del proyecto (Esteves et al., 2012). El apoyo del sector público para llevar a cabo negocios incluyentes no ha incorporado una visión territorial, por lo que se deben “desarrollar y reforzar capacidades de planificación estratégica” (FAO e IICA, 2013) que permitan conseguir un crecimiento conjunto. Al mismo tiempo, los procesos de implementación de proyectos de inversión han carecido de integración y sensibilidad social, afectando directamente la confianza entre las partes, por lo que el modelo de gobernanza de la tierra implementado no ha entregado resultados positivos respecto a la relación empresa-sociedad. La confianza entre los agentes implicados es un factor vital en el éxito de las negociaciones para generar acuerdos colaborativos que beneficien a todos (Forest Policy and Economics, 2013; Jijelava et al., 2017). La consideración de las competencias IPMA para la dirección de proyectos a través del meta-modelo de planificación Working With People (WWP), facilitaría la solución del conflicto y la implementación de las directrices voluntarias para la gobernanza responsable de la tierra (DGV).

GOBERNANZA DEL TERRITORIO EN EL CONFLICTO MAPUCHE

La gobernanza es la manera en la que los distintos actores involucrados se coordinan para formular, promover y lograr objetivos comunes a través del intercambio de conocimientos, experiencias, recursos e ideas, a nivel político, social y económico (Zurbriggen, 2011). La Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), ha definido la Gobernanza de la Tierra como “las normas, procesos y estructuras a través de los cuales se adoptan decisiones relativas al acceso a la tierra y su uso, la manera en que se ejecutan e imponen las decisiones, y la forma con la que se gestionan intereses contrapuestos relativos a la tierra” (Palmer et al., 2009). De esta manera, organismos intergubernamentales como ONU y FAO han establecido que una adecuada gobernanza en materia de tenencia de la tierra puede contribuir positivamente para lograr avances sociales en el entorno rural y urbano, reduciendo la pobreza, el hambre y consiguiendo un desarrollo económico inclusivo (FAO, 2012, 2013a; Palmer et al., 2012). Bajo esta mirada, FAO junto a los países miembros, desarrollaron el documento “Directrices voluntarias sobre la gobernanza responsable de la tenencia de la tierra, la pesca y los bosques en el contexto de la seguridad alimentaria nacional” (DVG), cuyo objetivo es proporcionar información para mejorar la gobernanza en las distintas naciones y conseguir un desarrollo sostenible basado en la importancia de la tierra, la tenencia y el acceso a esta (FAO, 2012; Palmer et al., 2012). Beck et al. (2015) describen la implementación de las DVG como un proceso de múltiples agentes implicados.



Además, una gobernanza débil provoca efectos negativos en la estabilidad social, la utilización sostenible del medio ambiente, las inversiones y el crecimiento económico (FAO, 2012). En el territorio donde se desarrolla el conflicto mapuche se ha mantenido una constante inestabilidad social, la cual ha radicalizado el conflicto, donde muchos de los sucesos ocurridos han sido calificados como actos terroristas (Lobo Fernández, 2014). Así como afirmó Graziano Da Silva, director general de FAO, en relación al acuerdo de paz alcanzado entre Estado colombiano y las FARC: “El acuerdo propone un cambio profundo en las áreas rurales del país. Permitirá diversificar la producción, mejorar los ingresos y promover la gobernanza de la tenencia de la tierra y los recursos naturales” (FAO.org), por lo que se puede considerar a las DVG como una herramienta para mediar el conflicto y que todos los actores implicados participen en la solución, consiguiendo un desarrollo conjunto.

COMPETENCIAS (IPMA) EN LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS

Con una economía creciente y en vías de desarrollo, en Chile se desarrolla una mayor cantidad de proyectos, que al mismo tiempo son más complejos y exigentes en cuanto a las competencias que deben tener aquellos que los llevan a cabo. El verdadero éxito de un proyecto está en que todos los agentes involucrados que se vean afectados por el desarrollo de estos, sientan una valoración positiva por el mismo (IPMA, 2009). Muchas veces, este éxito está relacionado a las competencias de comportamiento y contextuales (De los Ríos-Carmenado et al. 2014) de los directores de proyectos y no sólo a las competencias técnicas como se establecía en los proyectos con enfoque “blueprint” (Palmer et al., 2012; Cazorla et al., 2013). La importancia de cada uno de los elementos que comprenden las competencias de comportamiento puede variar, sin embargo, la presencia de estos componentes facilita el desarrollo y ejecución de proyectos gracias a la consideración de los valores culturales propios de las comunidades donde se desarrollen este tipo de proyectos, respetando creencias, necesidades o deseos y evitando así la generación de conflictos (Forest Policy and Economics, 2013). Según las demandas planteadas por algunas organizaciones mapuches, son los componentes de comportamiento y contextuales los que han estado ausentes desde los orígenes del conflicto, desencadenando incluso la creación de Órganos de Resistencia Territorial (ORT) mapuche, que son grupos sociales en la zona del conflicto que se encargan de “ejercer actos de sabotaje” (ataques incendiarios principalmente) contra las empresas que desarrollan distintos tipos de proyectos en la zona (turísticos, forestales, hidroeléctricos) (Weftun.org).

APRENDIZAJE SOCIAL Y WORKING WITH PEOPLE (WWP)

En una sociedad donde se exigen cambios en la forma que se llevan a cabo las decisiones y los beneficios globales no representan la realidad de todos los agentes implicados en un proyecto (De los Ríos-Carmenado et al., 2015) se debe involucrar a las personas en los procesos de discusión sobre la planificación del territorio. Hoy en día la participación ciudadana debe ser activa, de tal manera que se logre compartir conocimientos entre aquellos que planifican el desarrollo del territorio y los que viven en el mismo, haciendo posible la creación del conocimiento compartido (Cazorla et al., 2013). El modelo WWP es una práctica profesional que promueve un análisis más profundo durante el desarrollo de intervenciones, permitiendo que aquellos que tomen las decisiones no sólo analicen los componentes técnicos de los proyectos, sino que tengan una visión holística donde se considere un comportamiento adecuado para el contexto en el que se trabajan (Cazorla et al., 2013; De los Ríos-Carmenado et al., 2015). Las DVG indican que los actores estatales y no estatales deben promover la consulta y participación de la ciudadanía, ya que estas cumplen un rol clave en la consecución de una gobernanza responsable de la tierra (Palmer et al., 2009; FAO, 2012). Así, el proceso



de planificación y desarrollo incorpora a las tres dimensiones que tiene el WWP (ético-social; técnico-empresarial; y político-contextual), de forma que la ejecución de proyectos con uso de recursos naturales puede tener una mejor valoración por parte de todos los agentes implicados (Cazorla et al., 2013; de los Ríos-Carmenado et al., 2013; FAO, 2012). La dimensión técnico-empresarial considera los factores relacionados con la viabilidad técnica del proyecto, los objetivos, grado de incertidumbre, cambios, recursos y tecnología principalmente. Sin embargo, es fundamental considerar las dimensiones político-contextual y ético-social, que afectan la forma en que interactúa la organización que realiza la intervención con el contexto político, cultural y social en el que se desarrolla, considerando a todos los agentes implicados como partes importantes en el desarrollo de proyectos (De los Ríos-Carmenado et al. 2014).

CONCLUSIONES

Pese a que las DVG, las competencias en la dirección de proyectos y la planificación mediante el WWP se originan en diferentes contextos, son herramientas que podrían ser complementarias entre sí y facilitar la solución de conflictos. Dado que la implementación de las DVG es un proceso que requiere que se involucre a todos los agentes implicados, la utilización del meta-modelo de planificación WWP, sus tres dimensiones y el componente de aprendizaje social; junto a la consideración de las competencias IPMA, especialmente aquellas que consideran a los agentes implicados, el contexto socio-político y el comportamiento de los equipos de dirección de proyectos; facilitaría el proceso de implementación de las directrices. Sin embargo, para realizar un diagnóstico preciso de la gobernanza de la tierra en la zona de conflicto, es necesario un análisis específico de las competencias presentes y ausentes, además de analizar los roles que cumplen los entes públicos y privados.

BIBLIOGRAFÍA

- Aylwin, J. (1995). Instituto de estudios indígenas. Universidad de la Frontera. pp71
- Aylwin, J. (1996). Antecedentes Histórico - Legislativos, pp12.
- Beckh, C., Gärtner, E. Windfuhr, M., Munro, P., Weigelt, J., Müller, A. (2015).. International Soil and Water Conservation Research, 3, 324-328.
- Cazorla, A., de los Ríos, I., & Salvo, M. (2013). Cuadernos de Desarrollo Rural, 10(70), 131–157.
- Congreso Nacional de Chile. (2014). Ministerio de Planificación y Cooperación, pp30.
- De los Ríos-Carmenado, I., Guillén-Torres, J., & Herrera-Reyes, A. T. (2013). Cuadernos de Desarrollo Rural, 10(71), 167–186.
- De los Ríos-Carmenado, I., Herrera-Reyes, A. T., & Guillén-Torres, J. (2014). Dyna management. 2. 1-9
- De los Ríos, I., Rivera, M., Knickel, K., Chebach, T., Qvist, D., Ashkenazy, A., & Šūmane, S. (2015). XXVI European Society for Rural Sociology Congress (p. 136.137).
- Esteves, A. M., Franks, D., & Vanclay, F. (2012). Impact Assessment and Project Appraisal, 30(1), 34–42.
- FAO. (2012). Gobernanza responsable de la tenencia. pp41
- FAO. (2013a). Estudios de casos de países – América Latina. Roma. pp46
- FAO. (2013b). Los efectos diferenciados de la liberalización comercial en Chile sobre zonas rurales en la Región de O’ Higgins y la Región de la Araucanía. pp67
- FAO. (2014). Reflexiones sobre la concentración y extranjerización de la tierra en ALC. pp164
- FAO e IICA. (2013). Estudios de casos de países - América Latina. Roma. pp46
- FAO.org. www.fao.org/news/story/es/item/458053/icode/ consultado el 26 de marzo de 2017
- Forest Policy and Economics. (2013). Guest editorial. Forest Policy and Economics, 33, 3–7.
- Gómez, I., Álvarez, P., & Marey, M. (2009). Forest Policy and Economics, 11(8), 617–627.
- Guevara, T. (1902). Biblioteca nacional de Chile. Imprenta Cervantes. Santiago, Chile. Pp 672
- International Project Management Association. (2009). Bases para la competencia en dirección de proyectos. Pp236
- Lobo Fernández, J. F. (2014). Estudios Internacionales, 46(178), 9–34.
- Memoria Chilena. Ministerio de Educación de Chile <https://goo.gl/A4lZqe> consultada el 22 de marzo de 2017
- Palmer, D., Fricska, S., Wehrmann, B., Augustinus, C., Munro-faure, P., Törhönen, M., & Arial, A. (2009). Land Tenure Working Paper n°11 United Nations Human Settlements Programme. pp60
- Palmer, D., Munro-faure, P., & Arial, A. (2012). Foster a new global consensus: The Voluntary Guidelines on the Governance of Tenure., 20.
- Pinto Rodríguez, J. (2003). La formación del Estado y la nación y el pueblo mapuche.. pp314
- Weftun. www.weftun.org/comunicados/ consultada el 26 de marzo de 2017
- Zurbriggen, C. (2011). Gobernanza: una mirada desde América Latina. Perfiles Latinoamericanos, 38, 39–64.



CRISPR/CAS9-MEDIATED GENE EDITING FOR LOWER METHANE YIELD IN RUMINANTS

Delgado, Beatriz ¹

Tutor: González, Óscar ^{2,3}

¹Grado en Biotecnología. E.T.S.I. Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. UPM

²Dpto. Mejora Genética Animal. INIA. ³Dpto Producción Agraria. E.T.S.I. Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. UPM

beatriz.delgado.corrales@alumnos.upm.es

ABSTRACT

The development of the CRISPR/Cas9 gene editing system in eukaryotic cells has led to revolutionary breakthroughs in the field of medicine and gene therapy. This tool could be of great utility to reduce methane emissions from livestock, which are mainly produced by cattle. In this study we have selected the genus of archaea *Methanobrevibacter* and the *mcrA* gene as a target for gene editing as it is the main responsible of the methane synthesised in the rumen. We designed three primers for sequencing the *mcrA* gene from four samples of rumen liquid and a pure *Methanobrevibacter ruminantium* cell culture line. Furthermore, we performed an *in silico* study to analyse the effects of the different mutations in the *mcrA* protein and its catalytic site. According to the expected mutations, we designed three guided RNA to generate the desired knock-out using the CRISPR/Cas9 technology.

Key words: CRISPR/Cas9, Archaea, *mcrA*

INTRODUCTION

Climate change mitigation from agriculture and livestock is becoming priority in the European Union and most countries have agreed to reduce substantially greenhouse gas (GHG) emissions by 2030 (Paris 2015 agreement). One of the main GHG from agriculture is methane. In the European Union, 13% of emissions are due to livestock activity, and 26% of them are due to methane from cow burps during feed digestion, synthesized by methanogenic microorganisms. Genetics can reduce methane emissions through selection of the host genotype, accommodating a more favourable microbiota, or through genome editing on the rumen metagenome. CRISPR/Cas9 system, discovered almost two decades ago, is becoming an innovative, fast and efficient gene editing technique (Jiang et al., 2013), but it is mostly used in eukaryotic cells; however, it has been recently described that this system works on a specific genus of archaea (Nayak and Metcalf, 2017). CRISPR/Cas9 pathway works as an immune system in Bacteria and Archaea. The Cas9 nuclease produces a double-strand break (DBS) on the viral genetic material detected by a guide RNA (crRNA), which is complementary to a target sequence in the exogenous genome. This can be used in genome engineering as a tool to introduce mutations, since the DBS is repaired naturally by the organism through non-homologous end joining (NHEJ) pathway, which is very inaccurate and generates deletions, insertions or other changes in the nucleotide sequence that usually result on non-functional proteins. Thus, if we generate mutations in a gene related to methane production we might obtain organisms unable to produce this gas.

Among microorganisms previously identified in the cow rumen, the methanogenic archaea *Methanobrevibacter Spp.* is an appealing target (Henderson et al., 2015) and is not known to be directly related to nutrient synthesis. Opposite to other bacterial communities, archaea are not involved on hydrogen synthesis which is an essential process for growth and maintenance of the microorganisms (Ungerfeld, 2015). Neither they are involved on the production of fatty acids that are a source of energy for the cow such as propionate. *Methanobrevibacter spp.* carries one of the main genes involved in the methane production: *mcr* (Leahy et al., 2010). This gene codifies for Methyl-S-CoM reductase



(MCR) protein (ADC47774.1), which synthesises methane from methyl-S-CoM and hydrogen. It is composed of six subunits (two alpha, two beta and two gamma), being the *mcrA* gene the most studied one. The objective of this study was to design the CRISPR/Cas9 system to knock out the *mcrA* gene in *Methanobrevibacter ruminantium* archaea.

MATERIAL AND METHODS

Sample material

Microbial DNA from ruminal content from 4 Holstein cows was extracted using the Mobio PowerSoil® DNA isolation kit. In addition, *Methanobrevibacter ruminantium* M1 pure cell line was purchased from DSMZ (www.dsmz.de). The DNA from this culture was also extracted using the same kit. *Methanobrevibacter ruminantium* M1 was stored in a specific medium (medium 119a from www.dsmz.de) at 4°C.

McrA gene amplification

To amplify the complete *mcrA* gene a set of primer pairs were designed using the *Methanobrevibacter ruminantium* M1 *mcrA* sequence (CP001719.1:2468701..2470353) from Ensembl bacteria. This design was performed using the NetPrimer tool (<http://www.premierbiosoft.com/netprimer/>).

The PCR were performed in a 25-μL final volume containing 10x MgCl₂ free reaction buffer, MgCl₂ (at concentrations 2mM for *mcrA*1 and *mcrA*2 and 1.5 mM for *mcrA*3), 60 ng of DNA, and 0.5 μM of each specific primer. Amplification conditions were 94°C for 5 min, followed by 35 cycles of 61°C (30 s) for *mcrA*1, 60°C (30 s) for *mcrA*2 and 56°C (30 s) for *mcrA*3; and 72°C (40 s), with a final extension step of 10 min at 72°C.

Gene Editing

Protein mutations were studied *in silico* with Swiss-PdbViewer, using the *mcr* protein structure from PDB of *Methanothermobacter marburgensis*, another methanogenic archaeon, as *mcr* structure from *M. ruminantium* was not available. Beta and gamma subunits were removed, as we knew the catalytic site was in the alpha subunit of the *mcr* protein. The protein chain was coloured according to its secondary structure to carry out a deeper study of its function. The next step was to select the amino acids that were close to F₄₃₀ (a specific methanogenic cofactor), detect their interactions (hydrogen bonds) and determine the position of the selected residues.

Then, guide RNAs were designed using Benchling (www.benchling.com). The sgRNA were designed according to some standard parameters associated to Cas9 from *S. pyogenes*, such as the NGG characteristic PAM (Protospacer Adjacent Motif) sequence, which is essential for Cas9 to recognize the target sequence, a GC content between 40-80%, and 20 nucleotides length. The designed sgRNA were purchased from SYNTHEGO.

RESULTS AND DISCUSSION

Primer design for the *mcrA* gen

Gene sequences vary among the species, so a conservation study of *M. ruminantium* M1 *mcrA* gene was performed to optimize the primer design; for that, we made a BLAST search of the sequence against the NCBI database.

The results showed that *mcrA* sequences have a high percentage of similarity among *Methanobrevibacter* spp. (Figure 1), including species present in the rumen such as *M. ruminantium* or *M. olleyae*. This suggests that one single guide of RNA might cause the cleavage of *mcrA* gene on different species of *Methanobrevibacter*, increasing the effects of the gene editing. Therefore, although *mcrA* seems a highly conserved gene, sequencing this gene in our samples is necessary to be able to observe differences between the wild type and the edited gene.

**Figure 1. BLAST of *mcrA* gene against NCBI database**

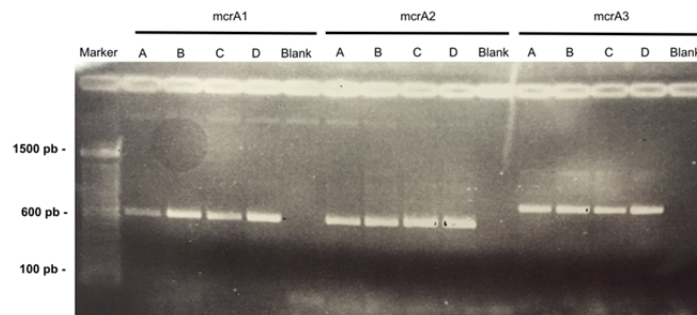
Description	Max score	Total score	Query cover	E value	Ident	Accession
Methanobrevibacter ruminantium M1, complete genome	3053	3053	100%	0.0	100%	CP001719.1
Methanobrevibacter olivae strain YLM1, complete genome	2333	2654	100%	0.0	92%	CP014265.1
Methanobrevibacter sp. YLM1 methyl coenzyme-M reductase (<i>mcrA</i>) gene, complete cds	2333	2333	100%	0.0	92%	KF214821.1
Methanobrevibacter sp. D5 methyl coenzyme-M reductase (<i>mcrA</i>) gene, complete cds	1906	1906	99%	0.0	88%	KF214818.1
Methanobrevibacter millerae strain SM9, complete genome	1884	1884	99%	0.0	87%	CP011266.1
Methanobrevibacter sp. SM9 methyl coenzyme-M reductase (<i>mcrA</i>) gene, complete cds	1884	1884	99%	0.0	87%	KF214823.1
Methanobrevibacter sp. YE315, complete genome	1868	1868	99%	0.0	87%	CP010834.1
Methanobrevibacter smithii ATCC 35061, complete genome	1626	1626	100%	0.0	84%	CP000678.1
Methanobrevibacter sp. AbM4, complete genome	1447	1447	99%	0.0	83%	CP004050.1

The sequence upstream the *mcrA* gene is much conserved so we designed one of the primers (mcrA1F) in this region, allowing a complete sequencing from the start. However, the sequence downstream the gene is not conserved, so it was impossible to design any primer in that region, we could only use the 23 last nucleotides (mcrA3R) of the coding sequence, limiting the precision of the sequencing. The three primers are shown in Table 1.

Table 1. Designed primers for *mcrA* gene

Primer	Name	NT	Tm	Amplicon
AAG-ACG-ACG-AAG-ACG-CTG-TAA-C	mcrA1F	22	59	634
AGG-GTC-GAT-TTC-TGC-TGC-TAA-G	mcrA1R	22	61	
TTA-GGT-ATG-GAA-GTA-ACT-CCT-GAA-AC	mcrA2F	26	58	663
CCT-ACA-CCA-CCA-GAC-ATG-TAA-GAA-C	mcrA2R	25	60	
AAG-AGC-AAG-AGC-AGG-TAA-CG	mcrA3F	21	57	872
ATT-TTG-CTG-GAA-TGA-TGA-TAG-AT	mcrA3R	24	56	

A positive PCR band was obtained for the 4 rumen metagenome samples for each pair of primers (Figure 2).

Figure 2. PCR results from the three primers (mcrA1, mcrA2, mcrA3) amplification of *mcrA* gene on four rumen microbiota samples (A, B, C and D) and a null-control.

Analysis of possible mutations in the MCR protein

The alpha subunit of methyl-S-CoM reductase is a globular protein mainly composed by alpha helices (pink structures in Figure 3) and coils (in green), which carries the catalytic site of the complete mcr protein, and is responsible of converting methyl-S-CoM to methane. The amino acids in the catalytic site form a complex with the F₄₃₀ cofactor, which is essential for the reaction. These amino acids are located at the start of the protein sequence and we hypothesize that mutations in such a sequence might cause the desired knock-out protein.

Besides, we found six different residues that interacted with F₄₃₀ by forming hydrogen bonds (Figure 3); we chose one of them (Gln230/Q230) to generate a mutation by designing a guide RNA that targeted that sequence (Figure 4). If Cas9 generates a DBS in this sequence it might cause changes in the amino acid sequence or a premature stop

codon. In any of those cases, it is expected a loss of functionality due to the removal of one of the hydrogen bonds that allows the protein to form complexes with F₄₃₀.

Figure 3. Protein structure and interactions at the catalytic site

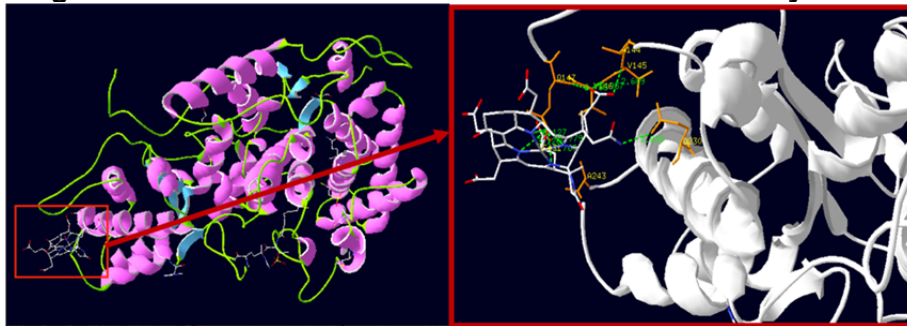


Figure 4. Location of sgRNAs mutations within the DNA and protein sequence



We also designed two more sgRNAs around the medium and final positions to cover a wider region of the protein, increasing the chances of generating a mutation. They might generate any of the previously mentioned mutations, likely causing premature termination of the alpha subunit mcr protein or changes in the amino acid sequence, but they may not affect the active site. However, these mutations are more likely to prevent the joint between the different subunits or to change the protein conformation, inhibiting the catalysis of methane in the active site, as it would lose its natural shape, which is usually essential in the active sites.

CONCLUSIONS

The *mcrA* gene of *Methanobrevibacter* spp. results a sensible target for gene editing to diminish methane production during feed fermentation in ruminants. The designed primers allowed sequencing the *mcrA* gene from different rumen metagenome samples, on different *Methanobrevibacter* populations. The *in silico* study of the *mcrA* protein allowed us to design efficient sgRNAs that will be used to edit the archaeal genome in order to obtain edited organisms that can be used as probiotic in early life of cows or heifer for lower methane emissions from cattle.

ACKNOWLEDGEMENTS

ACKNOWLEDGEMENTS

We acknowledge Carmen Gonzalez for her assistance with primer design and lab protocols.

BIBLIOGRAPHY

- Henderson, G., Cox, F., Ganesh, S., Jonker, A., Young, W., et al. 2015 Scientific Reports. 5, 14567.
Leahy, S.C., Kelly, W.J., Altermann, E., Ronimus, R. S., Yeoman, C. J., et al. 2010 PLoS ONE 5, e8926.
Nayak, D. D., and W. W. Metcalf. 2017 Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A, 201618596
Jiang, W., Bikard, D., Cox, D., Zhang, F. & Marraffini, L. a. 2013 Nat Biotechnol. 31, 233-239.
Underfeld, E. M. 2015 Front. Microbiol. 6, 1–17.



EFFECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL EN LA VALORACIÓN SEMINAL DE CONEJOS

Guamán, Santiago; Duran, Mary Cruz

Tutores: Rebollar, Pilar G.; Rodríguez, María

Departamento de Producción Agraria. ETSI Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: saguaman@ucm.es

RESUMEN

Se realizó un trabajo experimental en los meses de noviembre del 2016 a febrero del 2017, en un total de 11 machos de raza California x neozelandés blanco de 6 y 12 meses de edad, para determinar el efecto de la temperatura ambiental sobre sus parámetros seminales. Se observaron oscilaciones significativas de temperatura entre los diferentes meses del trabajo experimental que no superaron los 2°C y que solo afectaron al volumen de los eyaculados. La edad de los animales afectó a diferentes parámetros: los adultos presentaron eyaculados cremosos, más voluminosos y con más impurezas y gel que los jóvenes. Sin embargo, no hubo diferencias debidas a la edad o a la temperatura detectada en la nave sobre la concentración y la motilidad.

Palabras clave: *Eyaculado, clima, edad*

INTRODUCCIÓN

El manejo reproductivo en las explotaciones de conejos ha experimentado un gran progreso en los últimos 50-60 años (Rebollar y Alvariño, 2002), en paralelo con el conocimiento de la fisiología reproductiva y el desarrollo de biotecnologías.

El macho juega un importante papel en el éxito de una explotación cunicola, ya que, por término medio, condiciona el rendimiento reproductivo, siendo imprescindible en condiciones normales de manejo, conocer su comportamiento reproductivo a lo largo del año (Alvariño, 1993).

Siendo así que hoy en día las explotaciones comerciales de conejos para carne requieren estar cada vez mejor organizadas y altamente tecnificadas para lograr incrementos productivos y mejores índices de rentabilidad (Domingues, 2014).

De acuerdo con Alvariño (1993), las influencias ambientales son factores a considerar, en el manejo reproductivo de los machos, ya que las oscilaciones de la temperatura ambiental afectan parámetros como la concentración y motilidad espermática, en detrimento de su libido y fertilidad (Roca *et al.*, 1993).

MATERIAL Y MÉTODOS

La prueba experimental se realizó entre noviembre del 2016 y febrero del 2017, en un total de 11 conejos machos (California x Neozelandés Blanco) de 6 y 12 meses de edad (jóvenes y adultos, respectivamente). Los animales se alojaron en la nave experimental en jaulas individuales de dimensiones 62 x 50 x 37,5 cm y bajo condiciones ambientales controladas de temperatura y ventilación (con aerotermos y extractores), así como de iluminación (16HL:8HO). Recibieron un aporte alimenticio de 150 g/día. La composición nutricional del pienso fue 2400 kcal ED/kg, 35% FND y 16% PB.

Para el registro de la temperatura, se utilizó un sensor (MicroLite 8, Fourier Systems Ltd., USA) ubicado en el centro de la nave a una altura de 1,6 m del suelo. El registro de temperaturas se realizó cada 30 min durante las 24 horas del día a lo largo de toda la fase experimental y se descargaron gracias al software de dicho sensor. Para el análisis de los resultados se tuvieron en cuenta las temperaturas registradas entre las 10:00 y las 13:00 de la mañana de los días en los que se recolectó el semen.



Las extracciones se realizaron con una frecuencia de dos días por semana, utilizando vaginas artificiales a una temperatura de 42° C (Alvariño, 1993). Se analizó cada eyaculado de forma individual, sumando un total de 352 extracciones durante el periodo experimental.

Una vez extraído cada eyaculado, se realizó una valoración macroscópica y microscópica por el mismo operador, estableciendo escalas para una mejor estimación, según Alvariño (1993).

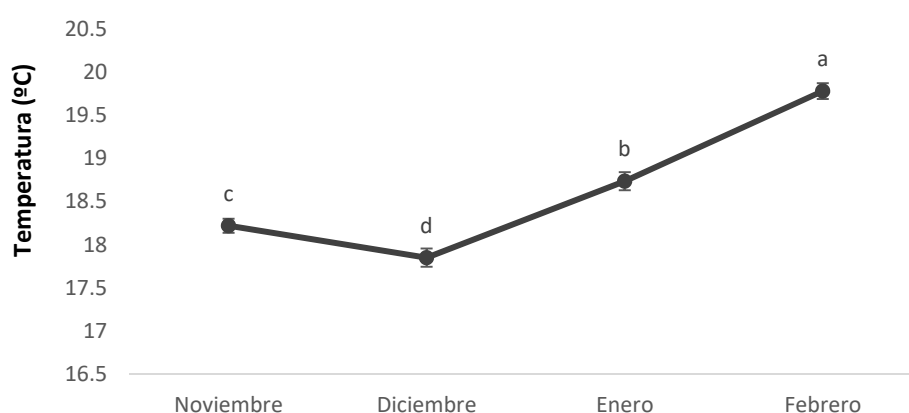
- Valoración macroscópica:
 - Color: 1) Blanco nacarado; 2) Blanco cremoso.
 - Volumen: expresado en ml.
 - Presencia de impurezas: 1) Sedimento; 2) Orina; 3) Sangre.
- Valoración microscópica:
 - Concentración: 1) 0-150x10⁶ millones de espermatozoides; 2) 150-350x10⁶ millones de espermatozoides; 3) 351-500 x 10⁶ millones de espermatozoides.
 - Motilidad: 1) <50% espermatozoides móviles; 2) 50-65 % espermatozoides móviles; 3) 65-85% espermatozoides móviles; 4) 85-95% espermatozoides móviles; 5) >95% espermatozoides móviles.

La temperatura se analizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) considerando el mes como efecto principal. El volumen, la concentración y la motilidad del eyaculado se analizaron mediante un análisis de medidas repetidas (MIXED) considerando la edad del macho, el mes y la interacción entre ambos como efectos principales. Para estudiar el efecto de la edad sobre el color y presencia de gel y sedimentos se utilizó una Chi-cuadrado (SAS Inst. Inc., USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestra la evolución de la temperatura entre noviembre y febrero. Existen diferencias altamente significativas de este parámetro en el tiempo ($P<0,001$). Se observaron temperaturas medias en torno a 18,2°C en el mes de noviembre, con valores mínimos en diciembre (17,9°C) que se incrementaron progresivamente en enero (18,7°C) hasta alcanzar valores máximos en febrero (19,8°C).

Figura 1. Evolución de la temperatura a lo largo del periodo experimental

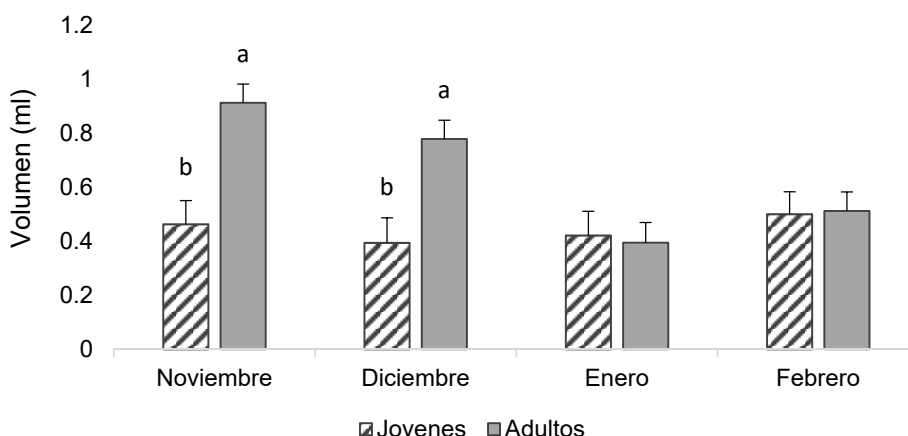


La edad afectó al volumen del eyaculado, que tendió a ser mayor en los adultos ($0,445\pm0,077$ ml vs. $0,651\pm0,059$ ml, respectivamente; $P=0,057$). El mes en el que este parámetro fue más elevado fue noviembre ($0,689\pm0,056$ ml) con valores mínimos en



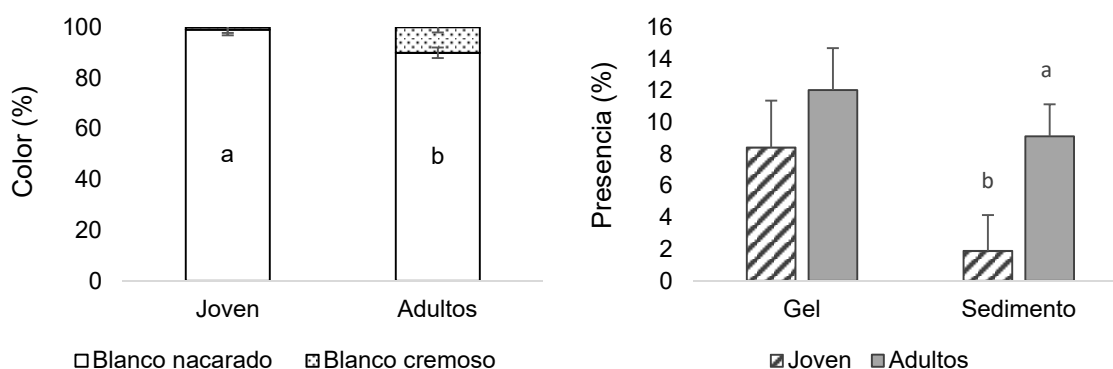
enero (0.409 ± 0.058 ml) e intermedios durante los meses de diciembre y febrero (0.587 ± 0.058 y 0.507 ± 0.055 ml, respectivamente; $P < 0,05$). En la figura 2 se muestra la interacción de los efectos edad y mes sobre el volumen de eyaculado. Los machos jóvenes tienen menos volumen que los adultos en los meses de noviembre y diciembre, sin embargo, este parámetro es igual entre edades en enero y febrero. A medida que va incrementando la edad del animal, se produce una mayor madurez orgánica y fisiológica y por ende, más volumen del semen producido (Alvariño, 1993).

Figura 2. Volumen promedio mensual de eyaculados por edad



En la Figura 3, se pueden visualizar, el resto de aspectos macroscópicos valorados en este experimento. Los machos jóvenes presentaron un mayor porcentaje de semen blanco nacarado que los adultos ($P < 0,05$). En relación a la presencia de gel, se puede observar que no hubo diferencia entre edades para este parámetro. Sin embargo, los machos adultos tuvieron más presencia de sedimento que los machos jóvenes ($P < 0,05$). Del total de eyaculados extraídos no se observó presencia de orina o sangre en ningún caso.

Figura 3. Color y presencia de gel e impurezas en el semen de conejos



La valoración microscópica se muestra en la Tabla 1. No se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$), debidas a la edad, para ninguno de los parámetros estudiados. También se puede observar un ligero descenso, a pesar de no ser significativo ($P > 0,05$) en los valores de concentración y motilidad en los meses de enero y febrero, con respecto a los obtenidos en diciembre. Probablemente esto es debido a la disminución acusada de la temperatura que se produjo ese mes, cuya repercusión se ha observado *a posteriori* debido a que la duración del ciclo espermatogénico en el conejo es de aproximadamente de 40 días (Alvariño, 1993).

**Tabla 1. Parámetros macroscópicos evaluados en el semen de conejo.**

	Edad		Mes			P>f		
	Jóvenes	Adultos	Diciembre	Enero	Febrero	P _E	P _M	P _{E x M}
Conc. ¹	352±31,5	379±24,0	405±44,7	357±24,8	335±18,4	0,5016	0,3002	0,8384
Mot. ²	3,37±0,263	3,37±0,208	3,45±0,344	3,37±0,201	3,29±0,150	0,9851	0,8492	0,4141

¹: concentración medida en millones de espermatozoides por ml. ²: Motilidad: 1) <50% espermatozoides móviles; 2) 50-65 % espermatozoides móviles; 3) 65-85% espermatozoides móviles; 4) 85-95% espermatozoides móviles; 5) >95% espermatozoides móviles. P_E: probabilidad debida a la edad. P_M: probabilidad debida al mes. P_{E x M}: probabilidad de la interacción.

CONCLUSIONES

Tras la realización de este trabajo se puede concluir que existen diferencias significativas en la temperatura de la nave a lo largo del tiempo que duró el estudio, lo que nos indica que pese a tener condiciones ambientales controladas, existieron factores extrínsecos que produjeron oscilaciones de la misma. Además, en cuanto a las características macroscópicas evaluadas, se observó que los machos adultos tuvieron una mayor cantidad de impurezas y presencia de gel en los eyaculados y que el volumen se vio reducido tras producirse una bajada de la temperatura en el interior de la nave. Sin embargo, estas oscilaciones no afectaron a las características microscópicas evaluadas, ni en machos jóvenes ni en adultos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT AGL-2015 65572 y la Comunidad de Madrid (S2013/ABI-2913).

BIBLIOGRAFÍA

- Alvariño, M.R. 1993. Control de la Reproducción en el Conejo. Ed. Mundiprensa.
- Domingues, V.S.C. 2014. Estudio de la influencia de diversos factores sobre los parámetros seminales de conejos de la estirpe Valenciana (Línea R). Tesis doctoral
- Rebollar P.G., Alvariño, M.R. 2002. Evolución del manejo reproductivo en cunicultura. XXVI *Symposium* de cunicultura de ADESCU. Reus 2002. pp 67-74.
- Roca, T.J., Casas, M., De Gracia, J. 1993. Efecto de los factores ambientales sobre las características del semen de conejo. Cunicultura. 18:16-30.



COSTE-EFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO EN LA AGRICULTURA DE LOS ANDES: UNA PERSPECTIVA ECONÓMICA Y MEDIOAMBIENTAL.

Cayambe, Jhenny ¹

Tutores: Iglesias Ana ¹, Víctor Barrera ²

¹Departamento de Economía Agraria y Ciencias Sociales. E.T.S.I.A.A.B. UPM.

²Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. Quito – Ecuador
jhenny.cayambe.teran@alumnos.upm.es

RESUMEN

Nuestro estudio se ejecutó en tres provincias de los Andes de Ecuador y se enfocó en el manejo de uno de los sistemas mixtos (cultivo-ganadería) de América del Sur. Uno de los sistemas mixtos en la región Andina consiste en cultivar patata durante dos o tres ciclos, y luego sembrar pastos para ganadería de leche. De tal manera que los pastos aprovechan el fertilizante residual dejado por la patata. El objetivo de la investigación fue proponer medidas de mitigación apropiadas para este sistema en los Andes, cuantificar el potencial de mitigación y los costes asociados a estas medidas, logrando un enfoque medioambiental y económico. Los resultados contribuyen al conocimiento de las opciones de mitigación a nivel regional y constituyen alternativas de política agraria. La metodología empleada es fácilmente replicable en otros sistemas y se propone como investigación futura, un análisis de percepciones de los agricultores al cambio climático.

Palabras clave: *Coste-efectividad, mitigación, cambio climático.*

INTRODUCCIÓN

El uso de la tierra es la clave para la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) en cuestión económica, regional y duradera. Evitar la deforestación y promover la reforestación, la restauración de la tierra y las prácticas sostenibles en agricultura y ganadería son esenciales para asegurar la existencia de los sumideros de carbono basados en el uso del suelo (Vergara, et al. 2016). Se han analizado prácticas con beneficios medioambientales y económicos para los agricultores (Lal 2013; Freibahuer 2004; Smith et al 2008; Smith 2012). Estas prácticas incluyen, entre otros: uso más eficiente de los recursos, abonos orgánicos, compost, reducción de la labranza, rotación de cultivos; asociación de especies (mejoradas), uso de cultivos cobertura, gestión de residuos, cambios de uso de suelo. Sin embargo, el conocimiento acerca de la aplicación, coste de las prácticas y las tecnologías de mitigación específicas a nivel de granja es limitado y fragmentado (MacLeod et al 2010, Smith et al 2007; Bockel et al 2012).

La reducción en las emisiones de CO₂, depende de los detalles cuantitativos del potencial de mitigación de las prácticas agrícolas que influyen en las decisiones políticas de los agricultores (Smith et al., 2007). Los gobiernos de varios países se han comprometido en objetivos ambiciosos para reducir las emisiones de GEI a través de análisis de coste-efectividad (Macleod et al., 2010). Las Curvas de Coste Marginal de Mitigación (MACC, Marginal Abatement Cost Curves) son una herramienta analítica utilizada para ayudar a los encargados de formular políticas en la comprensión de las oportunidades para reducir las emisiones de GEI y los costes para lograr estas reducciones (EPA, 2013). Ciertas medidas pueden adoptar un coste unitario más bajo que otros, y en algunos casos, los agricultores podrían poner en práctica medidas que permiten ahorrar dinero y reducir las emisiones (Moran et al., 2011).

En este contexto, se propuso estimar las emisiones de los sistemas mixtos papa-pastos, una de las principales asociaciones de cultivos en la región andina de América Latina. El objetivo es analizar los posibles efectos de estos sistemas en las emisiones de GEI y buscar posibles medidas de mitigación a través del análisis económico que evalúa el potencial de mitigación de dichas medidas en relación al coste económico. No tenemos



conocimiento de una evaluación similar en ningún país de América Latina y confiamos que los resultados de la investigación servirán de apoyo en la toma de decisiones de políticas agrarias en toda la región.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estimamos las posibles medidas de mitigación, su potencial de mitigación y los costes asociados a las mismas y finalmente las curvas de coste marginal de reducción para las diferentes opciones de política en los sistemas agrícolas andinos. La metodología incluye 6 pasos.

Paso 1. Caracterización de los sistemas agrícolas: Los beneficios y costes variables se obtuvieron a partir de una encuesta a los agricultores realizados en los tres estudios de caso. La encuesta se llevó a cabo en octubre de 2003, e incluyó a 120 granjas. Se obtuvieron datos adicionales a partir de entrevistas a expertos del grupo del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Paso 2. Selección de las posibles medidas de mitigación: Hicimos una lista inicial de las prácticas de mitigación de GEI en los suelos agrícolas en base a revisión de la literatura publicada y los conjuntos de datos de INIAP. La lista de posibles medidas se discutió con un grupo de expertos y se seleccionaron las prácticas que tenían menos barreras de implementación. El potencial de reducción fue tomado de publicaciones y estudios en regiones con condiciones climáticas similares a la zona de estudio. El resultado fue una lista de prácticas con mayor tasa de mitigación potencial específica para la región y el cultivo y, lo más importante, aplicables en la zona.

Paso 3. Potencial de mitigación de las medidas seleccionadas: Se evaluó usando el modelo Cool Farm Tool (Haverkort y Hillier 2011) que calcula la emisión de GEI de las prácticas actuales y alternativas.

Paso 4. Coste y barreras de implementación: Los costes de las prácticas se derivan de un modelo de optimización (maximización del margen neto). El cambio en el margen neto será el coste de aplicación de la práctica.

Paso 5. MACC: Se estimó el coste marginal de mitigación ($\text{US\$}\cdot\text{tCO}_2\text{e}^{-1}$) mediante el cálculo de la tasa potencial de reducción ($\text{tCO}_2\text{e}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$) y el cambio en las ganancias de los agricultores aplicando las prácticas de mitigación ($\text{US\$}\cdot\text{granja}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$).

Paso 6. Opciones de política. Se seleccionaron las prácticas más rentables a través de las MACC para sugerir opciones de política agraria.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de los sistemas agrícolas andinos

La Tabla 1 resume las características de los sistemas de producción en los sitios de estudio. Se presentan los promedios obtenidos de encuestas realizadas a 40 productores en cada provincia, 120 productores en total.

Tabla 1. Caracterización de los sistemas de cultivo mixto en los Andes

Sistemas representativos en cada localidad	Carchi N=40		Chimborazo N=40		Cañar N= 40	
	X	DevStd	X	DevStd	X	DevStd
Area total (ha)	11.33	8.32	4.69	5.29	7.03	6.31
Area patata (ha)	2.41	1.83	0.61	0.44	0.66	0.46
Area pastura (ha)	7.66	5.99	2.45	2.81	4.67	5.54
Area cultivos de subsistencia (ha)	1.26	0.75	1.63	0.68	1.7	0.84
Rendimiento patata ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	14,439	12,761	13,590	11,170	10,865	9,754
Cantidad de semilla patata por granja (kg)	2,214	1,989	698	627	604	410
N ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	198	57	129	27	83	69
P2O5 ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	417	158	222	42	122	77
K2O ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	182	88	81	25	34	21
Protección de cultivos (número controles $\cdot\text{ha}^{-1}$)	8	2.41	4	2.05	4	2.00



Ganado de leche (número animales por granja)	18	9	10	6	14	11
Producción de leche (l·día ⁻¹)	12	8.35	10	11	10	9
Fuel in labours (l·ha ⁻¹)	60	0	60	0	60	0
Mano de obra contratada para producción de patata (número de personas·ha ⁻¹)	103	80	76	25	36	38
Mano de obra familiar para producción de patata (número de personas·ha ⁻¹)	25	27	59	25	63	42
Mano de obra contratada para producción de leche (número de personas·ha ⁻¹)	3	8	0	0	0	0
Mano de obra familiar para producción de leche (número de personas·ha ⁻¹)	345	269	242	119	240	252

N: número de réplicas, X: media, DevStd: desviación estándar.

Potencial de mitigación de las prácticas seleccionadas

En el escenario actual (sin medidas), las emisiones son principalmente por gestión de residuos de cultivos específicamente en pastos, emisiones directas e indirectas de N₂O principalmente en el cultivo de papa, y en menor grado por emisiones de la fermentación entérica del ganado. (Figura 1.)

Figura 1. Emisiones de gases efecto invernadero en las localidades representativas del sistema mixto de la región Andina; panel derecho en unidades, panel izquierdo en porcentaje.

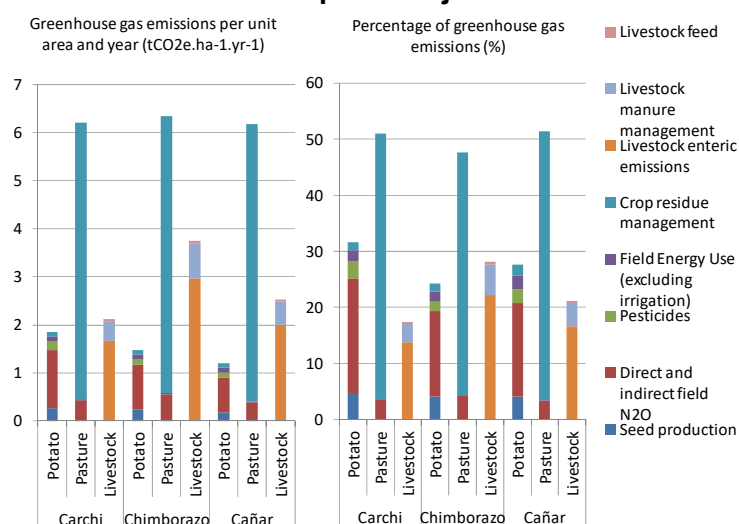
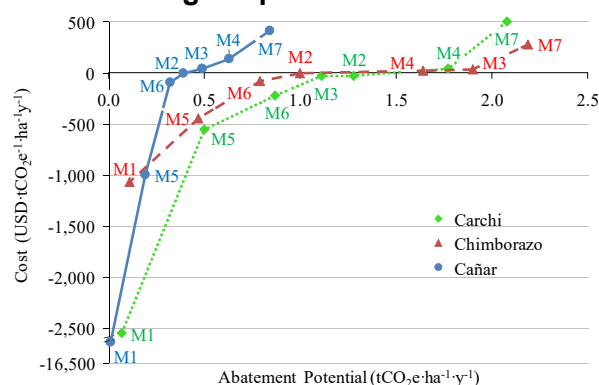


Figura 2: Curvas de Coste Marginal para el sistema mixto en la Región Andina.



Curvas de Costes Marginales de Mitigación. Coste-efectividad de las medidas

La rentabilidad de cada medida se resume en el coste-efectividad de la misma. La figura 2, es la MACC del estudio y muestra la tasa de variación de los costes totales a los cambios en los niveles de reducción de gases de efecto invernadero y la tasa relativa de aumento de coste marginal en los tres escenarios. La curva MACC y su tasa de crecimiento es más alta en el escenario de bajos insumos (Cañar) en comparación con



los otros dos casos. Esta gráfica muestra que el potencial de reducción de emisiones en granjas con alto consumo de inputs es mayor que el potencial de mitigación de aquellas explotaciones que tienen bajo consumo de inputs. Por lo tanto, en el escenario con un alto consumo de insumos (Carchi, principalmente) el coste de reducir 2 tCO₂e·ha⁻¹ sería de 300 US\$.tCO₂e⁻¹, mientras que en el caso de explotaciones con un bajo consumo de insumos (Cañar) el esfuerzo por reducir 0,7 tCO₂e·ha⁻¹ sería de 300€.tCO₂e⁻¹. Por lo tanto, las granjas que aplican grandes cantidades de insumos pueden reducir más sus emisiones a un menor coste, mientras que las granjas que ya están utilizando pequeñas cantidades de insumos, reducir sus emisiones será mucho más costoso.

CONCLUSIONES

Las principales emisiones de GEI en los sistemas agrícolas papa-pasto en la región andina provienen principalmente de las emisiones directas e indirectas de óxido nítrico, originadas por el uso de fertilizante nitrogenado. La segunda fuente de emisión más importante es la mala gestión de los residuos de los cultivos, en este caso del pasto, antes de iniciar el nuevo ciclo. Se concluye que del total de medidas de mitigación seleccionadas, el manejo de suelos orgánicos (enfocándose en laboreo reducido y menos uso de fertilizantes nitrogenados, en la medida de lo posible) es la medida más rentable, pues provee alto potencial de mitigación y un ahorro de los costes de producción a favor de los productores.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue apoyado por el Gobierno de Ecuador a través de becas otorgadas por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT, www.educacionsuperior.gob.ec, 2016) y por el proyecto ISQAPER de la Comisión Europea (Convenio de subvención No. 635750, financiado Bajo el programa H2020). Un agradecimiento especial a los investigadores del Instituto Nacional de Investigación Agrícola y Ganadera (INIAP) por su colaboración en el desarrollo de entrevistas, focus group y encuestas con agricultores.

BIBLIOGRAFÍA

- Bockel L, Sutter P, Touchemoulin O, Jönsson M (2012) Using marginal abatement cost curves to realize the economic appraisal of climate smart agriculture policy options. FAO, Rome, EasyPol Module 116, pp. 36
- EPA. 2013. Global Mitigation of Non-CO₂ Greenhouse Gases: 2010-2030. United States Environmental Protection Agency. Office of Atmospheric Programs (6207J) EPA-430-R-13011 Washington, DC. Technical report.
- Freibauer A, Rounsevell MD, Smith P, Verhagen J (2004) Carbon sequestration in the agricultural soils of Europe. *Geoderma*, 122(1), 1-23
- Haverkort AJ, Hillier JG (2011) Cool Farm Tool - Potato: Model description and performance of four production systems. *Potato Research*, 54(4), 355-369.
- Lal R (2013) Soil carbon management and climate change. *Carbon Management*, 4(4), 439-462
- MacLeod M, Moran D, Eory V, Rees RM, Barnes A, Topp CFE, Ball B, Hoad S, Wall E, McVittie A, Pajot G, Matthews R, Smith P, Moxey A (2010) Developing greenhouse gas marginal abatement costs curves for agricultural emissions from crops and soils in the UK. *Agricultural Systems*, 103(4), 198-209
- Moran, D., Macleod, M., Wall, E., Eory, V., McVittie, A., Barnes, A., & Moxey, A. (2011). Marginal abatement cost curves for UK agricultural greenhouse gas emissions. *Journal of Agricultural Economics*, 62(1), 93-118.
- Smith P (2012) Soils and climate change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4, 539-544
- Smith P, Martino D, Cai Z, Gwary D, Janzen H, Kumar P, McCarl B, Ogle S, O'Mara F, Rice C, Scholes B, Sirotenko O, Howden M, McAllister T, Pan G, Romanenkov V, Dchneider U, Towprayoon S, Wattenbach M, Smith J (2008) Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1492), 789- 813
- Smith P, Martino D, Cai Z, Gwary D, Janzen H, Kumar P, McCarl B, Ogle S, O'Mara F, Rice C (2007) Policy and technological constraints to implementation of greenhouse gas mitigation options in agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 118(1),6-28
- Vergara, W., Fenhann, J. V., & Schletz, M. C. (2016). Carbono Cero América Latina-Una vía para la descarbonización neta de la economía regional para mediados de este siglo: Documento de visión. UNEP DTU Partnership.
- Wreford, A., Moran, D., & Adger, N. (2010). Climate change and Agriculture. Impacts, adaptation and mitigation. OECD. ISBN 978-92-64-08687-6. [Fecha de consulta: 31 julio 2014] Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rome2007/docs/Climate%20Change%20and%20Agr.pdf



TRANSFORMACIÓN DE UNA FINCA VIRGEN A EXPLOTACIÓN HORTOFRUTÍCOLA AGROECOLÓGICA EN GAMBELLA, ETIOPIA

Autor: Sangro, Sebastián

Tutor: Hernández, C. Gregorio

Departamento de Producción Agraria. E.T.S.I. Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas.

Universidad Politécnica de Madrid

s.sangro@alumnos.upm.es

RESUMEN

La región de Gambella en Etiopía es una zona convulsa que se ve afectada por la pobreza y por la guerra en la vecina Sudán del Sur. Desde el año 2000, la congregación salesiana lleva a cabo la misión de educar a los más necesitados a través de su escuela y de su instituto de formación profesional. Debido al cambio en el sistema socio económico que sufre Gambella (asentamientos forzados de tribus nómada-pastoriles, ventas de tierra, guerras internas y en Sudán del Sur, El Niño y otros), la demanda de educación agrícola ha aumentado considerablemente. Esto ha llevado a la congregación a abrir un nuevo curso de formación profesional en agricultura. El trabajo realizado está enmarcado en este proyecto y consiste en la transformación y puesta en marcha de la explotación que sirve de campo de prácticas a los alumnos del curso, además de proveer de alimentos a la escuela, y de ingresos económicos para mantener el curso y la finca. Este trabajo trata de elucidar la manera en que se han ido superando los obstáculos naturales de un proyecto de cooperación en una zona de extrema pobreza e inestabilidad, como son la falta de vías de comunicación, la dificultad de encontrar insumos, la falta de medios económicos. Además, y siempre sin descuidar el aspecto social del proyecto, se han tenido en cuenta otros aspectos relacionados con el impacto ambiental para preservar, incluso potenciar la sabana africana natural de la zona que es de vital importancia ecológica.

Palabras clave: *Desarrollo, medio ambiente, educación*

INTRODUCCIÓN

En los últimos años Etiopía, un país de 96,6 millones de personas (2014, Banco Mundial) ha sufrido el azote del fenómeno meteorológico del Niño. En la actualidad, solamente en este país hay 10,2 millones de personas en riesgo de hambruna. Las regiones etíopes más afectadas son Somalia, Afar, Oromía y Gambella. El gobierno etíope trabaja junto con la FAO y la WFP para paliar los efectos de las sequías a corto plazo, pero también para aumentar la resiliencia de la agricultura local. Esto es un aspecto fundamental para un país en el que la agricultura representa el 47% del PIB y el 85% de los puestos de trabajo. Además, es un país con un índice de desarrollo humano bajo (puesto 173o) y uno de los PIB per cápita de los más bajos del mundo (1300 US\$/año).

GAMBELLA EN ETIOPIA

Gambella con aproximadamente 30.000 km² es la región más pequeña de Etiopía (sin contar las ciudades autónomas). También es la región menos poblada y con menos densidad de población, con 300 000 habitantes y 10 habitantes/km² respectivamente. Además, mientras que todas las demás tribus y etnias de Etiopía tienen un origen semítico, las tribus de Gambella son de origen nilo- sahariano, concretamente nilótico.

En el año 1975 el gobierno etíope impuso un plan de relocalización y asentamiento forzoso llamado "villagization" (aldeización) que consistió en trasladar a Gambella poblaciones enteras venidas de otras regiones con el fin de mezclar la población y, por otro lado, asentar a las tribus nómada-pastoriles nilóticas para hacer uso de las grandes extensiones de tierra por las que se movían. Esto ha provocado un choque cultural entre



las distintas tribus, y ha obligado a muchos habitantes a cambiar sus ancestrales medios de subsistencia para adentrarse en el mundo de la agricultura. A esto se suma la presión ejercida por los 300 000 refugiados sur-sudaneses presentes en la región que huyen de la que ya está siendo una de las guerras más sangrientas.

LA MISIÓN SALESIANA

La misión salesiana, presente en la región desde el año 2000, tiene como proyecto principal el centro educativo Don Bosco School, que cuenta con 800 alumnos repartidos desde primero de primaria, hasta bachillerato y en cuatro formaciones profesionales: carpintería de madera, carpintería de metal, mecánica y administración. En los últimos años, la demanda por una educación técnica agrícola ha aumentado tanto que los salesianos se han propuesto crear un nuevo curso de formación profesional de agricultura. El gobierno local, consciente de la importancia de este nuevo curso, concedió una finca de 60 ha para el proyecto. Debido a la envergadura del proyecto, este se dividió en dos partes: La construcción de las aulas en la escuela que será llevado a cabo por la ONG alemana Don Bosco Mundis, y la puesta en marcha de la finca para su uso como campo de prácticas, y para la obtención de alimentos e ingresos económicos para la escuela.

EI TRABAJO

Este trabajo se enmarca dentro de este último. El objetivo concreto es la transformación de la finca desde su estado actual, virgen y cubierto de un bosque de acacias de sabana, a una explotación hortofrutícola sostenible. Para ello se ha decidido reservar 15 ha cerca del río que se han dividido en 30 parcelas de media hectárea (50 m × 100 m) que imitan a las parcelas de la población local. Se ha diseñado un riego por goteo para que cada parcela sea independiente mediante una llave de paso.

Contará con una bomba (15.500 L/h a 30 mca) alojada en una caseta de ladrillos de cemento, y se extraerá el agua del río Baro. Además, se proporcionan las necesidades hídricas de diferentes tipos de cultivos en función de las necesidades y el ciclo.

Por otro lado, las necesidades de enmienda orgánica se cubrirán gracias a la gran cantidad de materia orgánica que se acumulan en las otras zonas de la finca que se dejarán sin explotar para dicho propósito. En estas zonas, se plantarán más árboles, sobre todo leguminosas para aumentar la fijación de nitrógeno en el suelo, pero también otros árboles frutales como mango, plátano o papaya.

Con dicha enmienda orgánica, 25 t/ha de hojas verdes y 25 t/ha de hojas secas, se mantendrá el suelo con un 3% de materia orgánica y se aportarán 250 kg/ha de nitrógeno al año. También se respetan los árboles grandes y no se talan todos los árboles de la explotación si no solo los que se encuentran sobre los caminos y los caballones. Esto ayudará a mantener las propiedades físico-químicas y de fertilidad del suelo a largo plazo y a mantener un equilibrio en las poblaciones de las posibles plagas. Además, se aumentará la densidad de árboles, sobre todo leguminosas, en todas las zonas no explotadas. Para ello se plantan acacias, locales para que la simbiosis con los hongos y bacterias presentes en el suelo de la finca sea óptima, y árboles grandes cuyas raíces sean capaces de extraer nutrientes de capas profundas además de poder aprovecharse la parte aérea de alguna forma. Un ejemplo de árbol grande podría ser el algodónero (*Bombax ceiba* L.) cuyo fruto produce unas fibras similares al algodón, o el árbol salhicha (*Kigelia africana* (Lam.) Benth.) cuyo fruto elaborado se usa en la medicina local, se cocina como alimento y de forma decorativa. Todos estos árboles, repartidos en las 15 ha de finca no explotada, producirán la materia orgánica que necesita la explotación para mantener los niveles de fertilidad adecuados. Se consigue de esta manera utilizar fuentes de nutrientes inalcanzables de otro modo, el nitrógeno del aire gracias a las acacias, y los nutrientes lixiviados a horizontes profundos gracias a los árboles.



Con todo ello, y gracias a unas temperaturas constantes a lo largo del año, se realizan tres cosechas al año con una producción total de 21 t/ha. Se proporciona una lista hortalizas ordenadas de mejor adaptabilidad al medio a menor adaptabilidad al medio (clima, suelo, manejo, mercado, nutrición, conservación, duración del ciclo). La diversidad de hortalizas es esencial por un lado para mejorar la alimentación de la población local, y por otro lado para hacer frente a las fluctuaciones de precios del mercado local.

Por otro lado, se realizó la evaluación financiera del proyecto para lo cual se tuvo en cuenta la renta básica etíope (1500 birr, aproximadamente 60 euros) y la renta media (3000 birr, aproximadamente 120 euros), un tipo de interés al 3%, sin inflación y a un precio de venta de 7 birr/kg. Para el presupuesto se tuvo en cuenta los precios de los materiales en origen, la mano de obra para la instalación, el precio de importación y los impuestos de aduana en Etiopía. Dicha inversión se realiza en tres años consecutivos ya que solo se pondrán en producción los bloques de 5 hectáreas en 5 hectáreas hasta un total de 15 hectáreas.

El resultado de la evaluación financiera refleja que partiendo de unos datos pesimistas pero realistas, el proyecto es viable. El valor actualizado neto (VAN) es de 278427,75 euros con una ratio beneficio/inversión (B/I) de 1,21, una tasa interna de rendimiento (TIR) del 12% y un plazo de recuperación de (PayBack) de 9,2 años.

CONCLUSIÓN

Gracias al campo de prácticas se podrán poner en práctica los conocimientos adquiridos en la escuela. En total, 90 mujeres al año, venidas de las zonas más remotas de la región se beneficiarán de los cursos. Esto tendrá una repercusión positiva en las localidades de donde vienen ya que se propagarán los conocimientos entre familiares. Con ello se espera que las nuevas técnicas agrícolas mejoren la producción y diversifiquen la alimentación de dichas familias, al tiempo que aumentan sus ingresos.

El presupuesto total, impuesto y gastos de importación incluidos, es de 237 322,76 € (5 695 744,05 Birr) la inversión por hectárea es de 15 821 €/ha (189 858 Birr/ha). El proyecto es viable económicamente ya que los resultados de la evaluación financiera son favorables.

Todos los integrantes del proyecto son etíopes, muchos de ellos pertenecientes a las tribus locales, lo cual asegura que el proyecto se lleve a cabo ya que son conscientes del beneficio que aportará el proyecto.

Es un proyecto que pone en producción recursos agrícolas desaprovechados en una región pobre que importa todos sus alimentos, y además lo hace con un impacto medioambiental positivo.

BIBLIOGRAFÍA

Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014, World reference base for soil resource, International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps, FAO, United Nations.

ClimWat for CropWat Data Base, FAO. United Nations.

A. Mengistu, Country Pasture/ Forage Resource Profiles, Ethiopia, FAO, August 2006

B. Alemu, K. Hundera, B. Abera, 2015, Floristic composition and structural analysis of Gelesha forest, Gambella regional State, Southwest Ethiopia, Journal of Ecology and Natural Environment, Vol. 7(7), pp. 218-227.

K. Duncan, N. Chompoothong, R. Burnette, Abril 2012, Vegetable Production Throughout the Rainy Season, ECHO Asia Notes, A Regional Supplement to ECHO Development Notes.

F. Merid., 2005, National Nile Basin Water Quality Monitoring Baseline Report for Ethiopia, Nile Basin Initiative, Transboundary Environmental Action Project.

Food and Agriculture Organization, 2016, Save to Grow: Maize, Rice and Wheat. A Way for Sustainable Cereal Production. FAO, United Nations.

Ethiopian Agricultural Transformation Agency, 2013, Status of soil resources in Ethiopia and priorities for sustainable management, EATA.

W. Mekuria, D. Chanie, S. Admassu, A. T. Akal, C. D. Guzman, A.D. Zegeye, T. Y. Tebebe, T. Steenhuis, E. K. Ayana. Sustaining the benefits of soil and water conservation in the highlands of Ethiopia, CGIAR.





CARACTERIZACIÓN DE CEPAS AVIARES DE *ENTEROCOCCUS FAECALIS* MEDIANTE LA PRUEBA DE LETALIDAD EMBRIONARIA

Blanco, Ana E.

Tutor: Buxadé, Carlos

Departamento de Producción Agraria. E.T.S.I. Agronómica Alimentaria y de Biosistemas - UPM
blanco.g.ana@gmail.com

RESUMEN

Enterococcus faecalis (*E. faecalis*) es el agente causante de la Artropatía Amiloide (AA) en las aves. Dada la dificultad de estimar el riesgo que suponen las cepas de campo de esta bacteria, en la presente experiencia se caracterizaron 68 cepas de *E. faecalis* mediante la prueba de letalidad embrionaria (ELA) utilizando la tasa de mortalidad embrionaria (TME). Se realizaron un total de 10 ELAs con subgrupos de 7 u 8 cepas y dos grupos control (positivo y negativo). Se utilizaron 100 huevos fecundados por cepa y grupo control. Según la cepa, se inocularon de 3 a 24 unidades formadoras de colonias (ufc) en la cavidad alantoidea de embriones de 10 días de edad. Durante 7 días se registró diariamente la TME mediante ovoscopia. La ELA fue capaz de diferenciar las cepas de *E. faecalis* con respecto a la TME que produjeron. Se clasificaron 26 cepas de *E. faecalis* como avirulentas (TME<40%), 5 cepas fueron altamente virulentas (TME>80%) y las 37 cepas restantes presentaron moderada virulencia con una TME de 40 a 80%. La mayor TME se registró 3 días post inoculación. A partir del 4º día apenas se observó mortalidad embrionaria, por lo que la ELA podría ser optimizada reduciendo el tiempo de observación a 4 días. Se puede concluir que la ELA es una herramienta fiable y útil para predecir la virulencia de cepas aviares de *E. faecalis* utilizando la TME. Las cepas altamente patógenas probadas podrían ser candidatas para el desarrollo de vacunas autógenas.

Palabras clave: *Enterococcus faecalis*, prueba de letalidad embrionaria, virulencia.

INTRODUCCIÓN

La artropatía amiloide (AA) en las gallinas ponedoras se caracteriza por la deposición de amiloide naranja en las articulaciones de la rodilla y en el corvejón, aparición de cojeras y una depresión en el crecimiento de la pollita, lo que conlleva posteriormente a una disminución de la puesta, traducándose en unas pérdidas económicas para el ganadero (Blanco *et al.*, 2016). La AA es el único tipo de amiloidosis asociado con infecciones crónicas inducidas por cepas artropáticas y amiloidogénicas de *E. faecalis* (Landman *et al.*, 1998).

El tratamiento de la AA se basa en la supresión de la infección crónica producida por las cepas de *E. faecalis*, pero éste es cada vez más limitado debido, por un lado, a la resistencia intrínseca y adquirida de esta bacteria hacia los antimicrobianos, como fue revisado por Blanco *et al.* (2016) y, por otro lado, debido a las directrices para reducir la utilización de los antimicrobianos en la producción animal.

Se necesita por lo tanto un mayor conocimiento del riesgo que suponen las cepas de campo de *E. faecalis* para poder desarrollar estrategias de control efectivas para reducir la tasa de incidencia de la AA y, por consiguiente, garantizar el bienestar de los animales y mejorar el rendimiento económico de las explotaciones.

En un estudio previo desarrollamos una metodología genérica para poder evaluar la virulencia de cepas aviares de *E. faecalis* utilizando la prueba de letalidad embrionaria (ELA) (Blanco y Buxadé, 2016). En la presente experiencia el objetivo fue caracterizar diferentes cepas de *E. faecalis* aisladas en casos de campo de AA mediante la ELA, y así poder corroborar la capacidad de dicho modelo para discriminar entre cepas virulentas y cepas no virulentas de esta bacteria.



MATERIAL Y MÉTODOS

Prueba de letalidad embrionaria (ELA). Se realizaron diez ELAs (I-X) como se describe en nuestra investigación previa (Blanco y Buxadé, 2016). Se evaluaron un total de 69 cepas aviares de *Enterococcus* spp. (1 cepa de *E. hirae* y 68 cepas de *E. faecalis*). En cada ELA individual se incluyeron siempre 7 u 8 cepas, un control positivo (cepa de *E. faecalis* K923/96, conocida y bien caracterizada por Rudolph (2004), Petersen *et al.* (2009), y Blanco y Buxadé (2016)) y un control negativo. Se utilizaron 100 huevos fecundados de gallinas Lohmann de estirpe blanca de 29 a 62 semanas de edad por cepa y grupo control. Los embriones se inocularon en la cavidad alantoidea a los 10 días de edad con una dosis de infección teórica de 5 unidades formadoras de colonia (ufc)/ml (Blanco y Buxadé, 2016). Para un volumen de inoculación de 0,2 ml/huevo, y de acuerdo con la verificación de la dosis, se inocularon de 3 a 24 ufc/huevo según la cepa de *E. faecalis*, como se muestra en la Figura 1. Los embriones del grupo control negativo se inocularon en la cavidad alantoidea con 0,2 ml de tampón fosfato salino (PBS) estéril. Durante 7 días se registró diariamente la tasa de mortalidad embrionaria (TME) mediante ovoscopia. Basándonos en esta información se clasificaron las cepas como se muestra en la Tabla 1 (Rudolph, 2004). Es importante mencionar que los embriones que murieron durante las primeras 24 horas tras la inoculación no se tuvieron en cuenta para la evaluación de la virulencia dado que estas muertes se atribuyen al trauma que sufren los embriones durante la inoculación (Wooley *et al.*, 2000).

Tabla 1. Evaluación de la virulencia (Rudolph, 2004).

Grado de virulencia	TME 7 días post inoculación
Bajo	< 40 %
Medio	40 – 80 %
Alto	> 80 %

Al final de cada ELA, a los 17 días de incubación, los embriones que sobrevivieron se almacenaron durante 48 horas a una temperatura de 4 °C. Se seleccionaron aleatoriamente embriones que murieron y que sobrevivieron a la infección para su examen macroscópico, y para reaislar las cepas de *E. faecalis* a partir de muestras de líquido alantoideo.

Análisis estadístico. El análisis estadístico de los datos de mortalidad se realizó utilizando un modelo de supervivencia, así como aplicando un modelo lineal generalizado con una variable de respuesta binaria (1 si el embrión muere o 0 si el embrión sobrevive). Los parámetros estimados en la escala logit se transformaron de nuevo utilizando la función de enlace inversa. Se utilizaron los procedimientos GLIMMIX y LIFETEST del paquete estadístico SAS/STAT 9.3 (SAS Institute Inc., 2011).

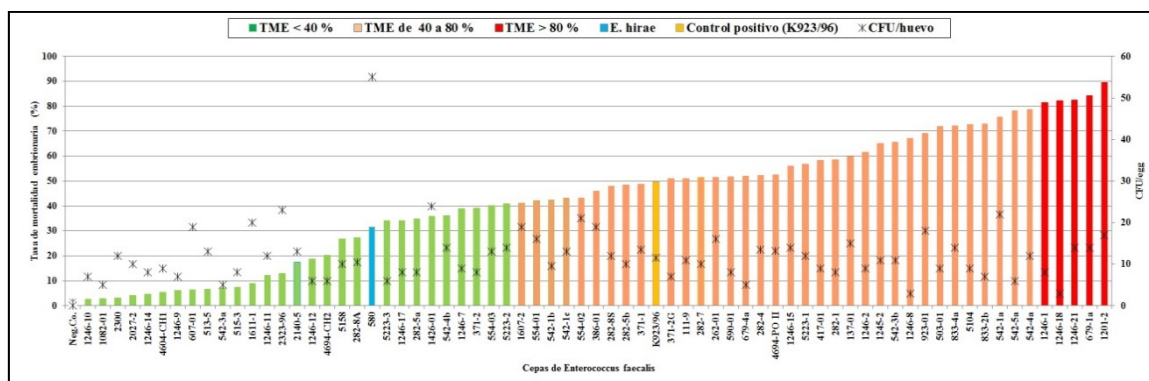
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ELA fue capaz de diferenciar las cepas de *E. faecalis* con respecto a la TME que produjeron, como se muestra en la Figura 1. Basándonos en la Tabla 1, se clasificaron 26 cepas de *E. faecalis* como avirulentas, 5 cepas fueron altamente virulentas y las 37 cepas restantes presentaron moderada virulencia (Figura 1). Por lo tanto, la virulencia de las cepas de *E. faecalis* puede clasificarse según la TME que producen mediante la ELA, confirmando los resultados obtenidos por otros autores con cepas de *Escherichia coli* (Wooley *et al.*, 2000, Gibbs *et al.*, 2003; Montgomery *et al.*, 2005; Oh *et al.*, 2012), *Yersinia enterocolitica* (Townsend *et al.*, 2008), *Campylobacter jejuni* (Stewart-Tull *et al.*, 2009), *Staphylococcus aureus* (Polakowska *et al.*, 2012), *Riemerella anatipestifer* (Seo *et al.*, 2013) y *Enterococcus cecorum* (Borst *et al.*, 2014).

La TME media del grupo control negativo fue 1%, lo cual indica el apropiado entorno de la incubadora durante las ELAs y el bajo impacto negativo de la inyección.

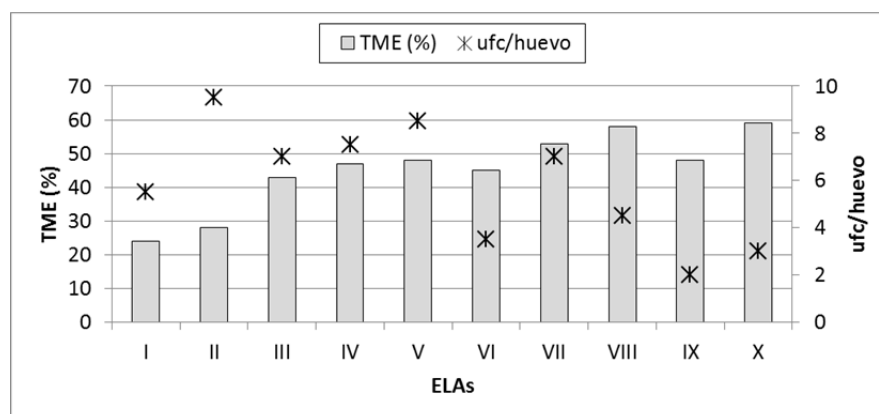


Figura 1. Tasa de mortalidad embrionaria (TME) producida por 68 cepas de *E. faecalis*, una cepa de *E. hirae* y el grupo control al administrar las unidades formadoras de colonias (ufc) representadas.



Como se muestra también en la Figura 1, las diferencias observadas en la TME producida por cada cepa no pueden explicarse por las ufc administradas a los embriones dado que no se observó ninguna relación entre ellas, lo cual es consistente con los resultados obtenidos por Wooley *et al.* (2000) y Gibbs *et al.* (2003). Esto explicaría el hecho de que las ufc/huevo de la cepa K923/96 utilizada como control positivo en cada ELA individual no mostraran tampoco relación alguna con la TME producida (Figura 2). Así mismo, en la Figura 1 se puede observar que la cepa de *E. hirae* 580 mostró el mayor número de ufc administrada (55 ufc/huevo) para la misma dosis de infección que las cepas de *E. faecalis*, y aún así produjo baja TME (31%). Por lo tanto, el número de ufc capaz de producir mortalidad embrionaria no sólo parece depender de la cepa sino también de la especie. Es necesario llevar a cabo más estudios para poder corroborar esta teoría.

Figura 2. Tasa de mortalidad embrionaria (TME) producida por la cepa de *E. faecalis* K923/96 en 10 pruebas de letalidad embrionaria (ELA) al administrar las unidades formadoras de colonias (ufc) representadas.



La TME media de los embriones inoculados con la cepa de *E. faecalis* K923/96 utilizada como control positivo en cada ELA fue 49% (Figura 1), lo cual concuerda con nuestros resultados previos (Blanco y Buxadé, 2016), es decir, la dosis infecciosa teórica de 5 ufc/ml de la cepa ya mencionada es capaz de producir la muerte de la mitad de los embriones infectados con ella. Por lo tanto, aunque la cepa de *E. faecalis* K923/96 mostró variabilidad entre las ELAs individuales (Figura 2), su virulencia relativa proporciona resultados fiables, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Gibbs *et al.* (2003) y Montgomery *et al.* (2005) con cepas de *E. coli*. En consecuencia, estos autores



aconsejan tener cuidado al definir la virulencia de una cepa basándose únicamente en una ELA.

De acuerdo con la literatura mencionada, la mayor TME se registró el día 3 post inoculación, y a partir del 4° día la TME apenas sufrió variación. Por lo tanto, la ELA podría ser optimizada reduciendo el tiempo de observación a 4 días, como fue previamente propuesto por Wooley *et al.* (2000) y Montgomery *et al.* (2005) con cepas de *E. coli*.

Todos los embriones infectados durante el estudio mostraron las mismas lesiones independientemente de la cepa, en contraste con los resultados de Wooley *et al.* (2000), quienes reportaron que las lesiones macroscópicas podrían ayudar a diferenciar la virulencia de cepas de *E. coli*. Las lesiones provocadas por las cepas de *E. faecalis* fueron las mismas observadas en nuestro estudio previo (Blanco y Buxadé, 2016) y en los embriones infectados con cepas de *E. cecorum* (Borst *et al.*, 2014); malformaciones, edemas subcutáneos, hemorragias craneales, pérdida de plumaje y subdesarrollo.

El re-aislamiento bacteriano de los embriones infectados, tanto muertos como supervivientes al final de la prueba, fue siempre positivo en *E. faecalis*. Sin embargo, los embriones del grupo control negativo no mostraron ninguna lesión y no se re-aislaron *E. faecalis*, lo cual indica que el experimento fue fiable y la mortalidad embrionaria fue causada únicamente por la infección y no por agentes externos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo permiten concluir que la ELA puede considerarse una herramienta fiable y útil para predecir la virulencia de cepas aviares de *E. faecalis* utilizando la TME. Además, la ELA puede ser optimizada reduciendo el tiempo de observación a 4 días post inoculación. Las cepas altamente patógenas probadas podrían ser candidatas para el desarrollo de vacunas autógenas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi tutor, el Prof. Dr. y Dr. Carlos Buxadé Carbó, su amistad e incondicional ayuda; a la empresa Lohmann Tierzucht GmbH la oportunidad que me ha brindado para poder desarrollar el doctorado, y al Dr. R. Sharifi su colaboración y apoyo en el análisis estadístico de los datos.

BIBLIOGRAFÍA

- Blanco, A. E. & Buxadé, C. (2016). VIII Congreso de Estudiantes Universitarios de Ciencia.Tecnología e Ingeniería Agronómica, España, Madrid, pp : 71 – 74.
- Blanco, A. E., Barz, M., Icken, W., Caverro, D., Mazaheri, A., Voss, M., Schmutz, M. & Preisinger, R. (2016). *World's Poultry Science Journal*, 72(3):495-508.
- Borst, L. B., Suyemoto, M. M., Keelara, S., Dunningan, S. E., Guy, J. S. & Barnes, H. J. 2014. *Avian Disease*, 58: 244-248.
- Gibbs, P. S., Maurer, J. J., Nolan, L. K. & Wooley, R. E. (2003). *Avian diseases*, 47(2): 370-379.
- Landman, W. J. M., Gruys, E. & Gielkens, A.L.J. (1998). *Avian Pathology*, 27(5):437-449.
- Montgomery, R. D., Jones, L. S., Boyle, C. R., Luo, Y. & Boyle, J. A. (2005). *Avian diseases*, 49(1): 63-69.
- Oh, J. Y., Kang, M. S., Yoon, H., Choi, H. W., An, B. K., Shin, E. G., & Kwon, Y. K. (2012). *Poultry science*, 91(2): 370-375.
- Petersen, A., Christensen, H., Philipp, H. C., & Bisgaard, M. (2009). *Veterinary microbiology*, 134(3): 392-395.
- Polakowska, K., Lis, M. W., Helbin, W. M., Dubin, G., Dubin, A., Niedziolka, J. W., & Wladyka, B. (2012). *Microbes and Infection*, 14(14): 1352-1362.
- Rudolph, B. (2004). PhD Thesis. Berlin University, Germany.
- SAS Institute Inc. (2011). *SAS/STAT 9.3 User's Guide*. Cary, NC. SAS Institute Inc.
- Seo, H. S., Cha, S. Y., Kang, M. & Jang, H. K. (2013). *Avian Pathology*, 42(4): 387-392.
- Stewart-Tull, D. E. S., Coote, J. G., Thompson, D. H., Candlish, D., Wardlaw, A. C. & Candlish, A. (2009). *Journal of medical microbiology*, 58(5): 546-553.
- Townsend, M. K., Carr, N. J., Iyer, J. G., Horne, S. M., Gibbs, P. S. & Prüß, B. M. (2008). *BMC microbiology*, 8(1): 12.
- Wooley, R., Gibbs, P., Brown, T. & Maurer, J. (2000). *Avian Diseases*, 44: 318-324.



UNRAVELING THE ROLE OF CYCLING DOF FACTORS IN THE REGULATION OF ABIOTIC STRESS RESPONSES BY C AND N METABOLIC REPROGRAMMING.

Domínguez, José

Tutores: Medina, Joaquín; Vicente, Jesús

Centro de Biotecnología y Genómica de plantas (UPM-INIA). Campus de Montegancedo.
dominguez.jose@inia.es; medina.joaquin@inia.es; jesus.vicente@upm.es

ABSTRACT

In the present work we expose the role of *Arabidopsis thaliana* and *Solanum lycopersicum* Cycling DOF Factor 3 (AtCDF3 and SlCDF3) in plant responses to abiotic stresses. The *Arabidopsis* CDF3 mutant *cdf3-1* is much more sensitive to drought and salinity, whereas AtCDF3 and SlCDF3 overexpression in *Arabidopsis* and tomato plants enhances the tolerance to these kinds of stresses. Consistently, metabolite profile data presented here show an increase of some protective metabolites in CDF3-overexpressing plants, and suggests that CDF3 is involucre in the reprogramming of Carbon and Nitrogen metabolism in response to abiotic stress.

Key words: *Cycling Dof Factor 3, drought, extreme temperatures, salinity.*

INTRODUCTION

The DNA binding with One Finger (DOF) transcription factors (TFs) are specific for the plant kingdom and are involved in the regulation of specialized plant processes such as light-regulation, germination, response to phytohormones or flowering time. In our previous work (Corrales *et al.*, 2014), we identified a group of five DOF genes in tomato, homologous to *Arabidopsis* Cycling DOF Factors (CDFs), which exhibit specific expression patterns in response to diverse environmental stresses. Particularly, the strong and fast response of *Arabidopsis* and tomato CDF3 genes, together with the results of our studies, indicated that these TFs participates in responses to different abiotic stresses. Metabolite profile data presented here suggests that these TFs participate in the regulation of the C/N metabolism favoring plant growth and development under specific stress conditions. Our goal was the identification and characterization of new regulatory factors that play an important role in the control of metabolic adjustment in those adverse conditions.

MATERIALS AND METHODS

Plant material and growth conditions. The *Arabidopsis thaliana* ecotype Columbia (Col-0) and *Solanum lycopersicum* cv. Moneymaker were used as wild type (WT). The *cdf3-1* T-DNA insertion knockout mutant was obtained from the GABI-Kat collection (GK-808605; Rosso *et al.*, 2003). To generate the overexpressor lines, the open reading frame (ORF) of AtCDF3 and SlCDF3 genes were cloned into a binary vector under the control of the 35S CaMV promoter (Karimi *et al.*, 2007). The resultant plasmids were used to transform *Arabidopsis thaliana* (Col-0) plants by the floral dip method (Clough and Bent, 1998) and tomato plants as described by Ellul *et al.* (2003). *Arabidopsis* Seeds were germinated on half strength MS (MS/2) medium (Murashige and Skoog, 1962) containing 0.5% (w/v) sucrose and 0.8% (w/v) agar. Ten-day-old seedlings were transferred to soil and grown under control conditions (22°C, 16 h light/8 h dark). Tomato seeds were germinated and cultured as described in Renau-Morata *et al.* (2014).

RNA isolation and qRT-PCR analyses. Total RNA was isolated, following Oñate-Sanchez and Vicente-Carbajosa, (2008), from leaves of 3 and 7-week-old *Arabidopsis* and tomato respectively. qRT-PCR analyses were carried out as described previously

(Corrales *et al.*, 2014a,b) using *Arabidopsis* UBIQUITIN21 and tomato UBIQUITIN3 as a reference genes.

Dehydration stress assays. *Arabidopsis* 7-day-old seedlings were transferred onto vertical plates containing MS medium (control) and MS medium supplemented with 75 mM NaCl or mannitol 200 mM (Corrales *et al.*, 2017). Primary and lateral root elongation was measured after 10 d using an Image processing software (Abramoff *et al.*, 2004). Drought stress assays were carried out using plants grown in soil in individual pots. After 2 weeks, the water supply was cut off for 15 d and plant survival rates and fresh weight were measured 10 d after the re-watering period. In tomato, salt stress assays were carried out with 30-day-old plants grown in hydroponic medium (control conditions) and hydroponic medium supplemented with 75mM NaCl, as described in the standardized procedures by Renau-Morata *et al.*, (2014). Biomass and photosynthetic capacity were measured after 15 days of treatment. Net CO₂ assimilation rate (AN, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) was determined with an LI-6400 infrared gas analyser (LICOR Biosciences, Lincoln, USA).

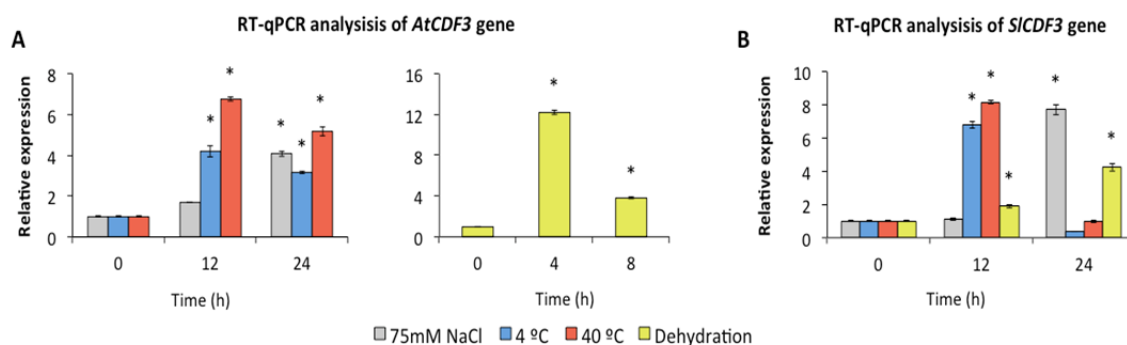
Metabolomic analyses. Metabolomics profiles of several sugars and amino acids were performed on 12-day-old plants by gas chromatography-mass spectrometry. Samples were harvested at ZT=0. Extraction, manipulation and mass spectrometric analysis of samples followed an adapted protocol described in Corrales *et al.*, (2014a).

Statistical analyses. Data analyses were carried out by a two-way ANOVA or one-way ANOVA using Statgraphics statistical software (Statgraphics Centurion XVI, Statpoint Tech, Inc, USA).

RESULTS AND DISCUSSION

CDF3 gene in *Arabidopsis* (fig.1A) and tomato (fig.1B) is differentially induced under diverse environmental stress conditions, suggesting its participation in the plant responses to abiotic stresses, such as salinity, extreme temperatures or dehydration (fig.1).

Figure 1. Transcription analyses of *AtCDF3* and *SICDF3* genes expression in *Arabidopsis* and tomato plants under different stress conditions.



To explore the function of *CDF3* in this kind of response, we carried out a phenotypic characterization of *Arabidopsis* plants overexpressing *AtCDF3* (*Arabidopsis thaliana* *CDF3*) or *SICDF3* (*Solanum lycopersicum* *CDF3*) and knock out *cdf3* mutant line. We performed different abiotic stress assays in which overexpressor plants were more tolerant compared with wild type (WT) plants (fig.2). In drought assays, the *CDF3* overexpressor lines showed better survival rate and growth than the WT, while *cdf3* mutant did not show significant differences compared with WT (fig.2A). In the same way,



root length assays showed that *cdf3* mutant displays reduced tolerance (fig.2B,C). In contrast CDF3 overexpressing lines are also more tolerant to drought and salinity stress (fig.2B,C). On the other hand, a phenotypic characterization of *AtCDF3* and *SICDF3* overexpressing tomato plants in response to salinity conditions was performed (fig.3). These transgenic lines displayed an increase in the photosynthetic rate compared with non-transformed tomato plants (NT) (fig.3A) and a significantly higher dry weight (fig.3B).

Figure 2. Abiotic stress assays with *AtCDF3* and *SICDF3* transgenic lines in *Arabidopsis*.

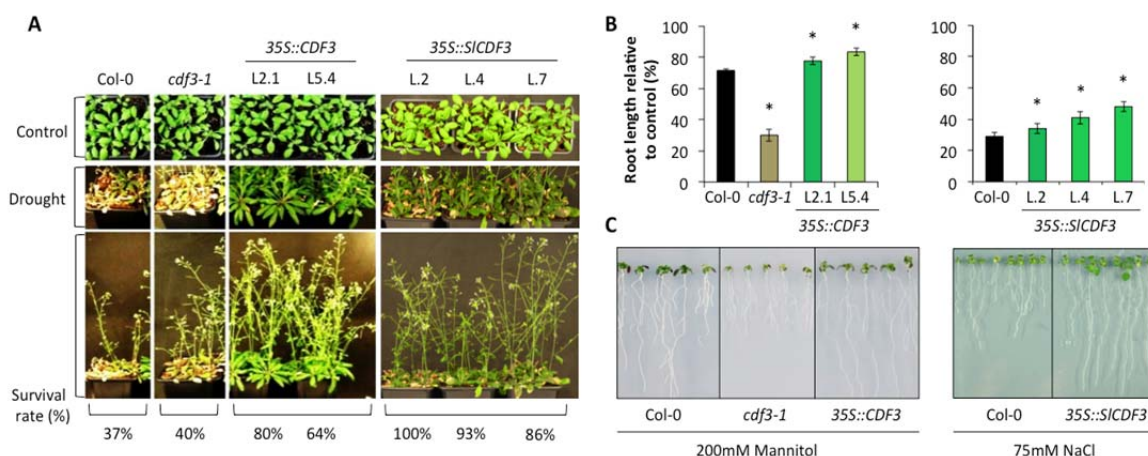
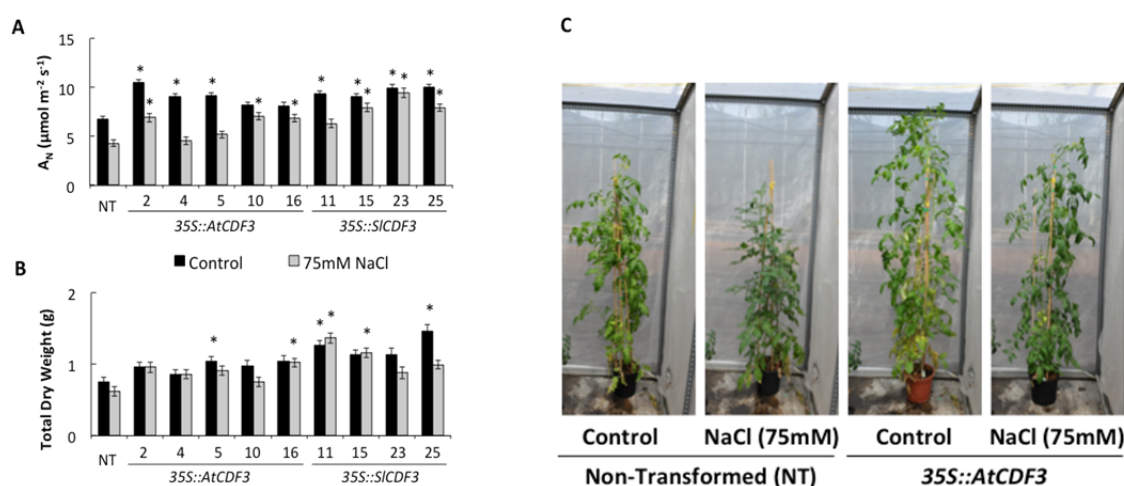
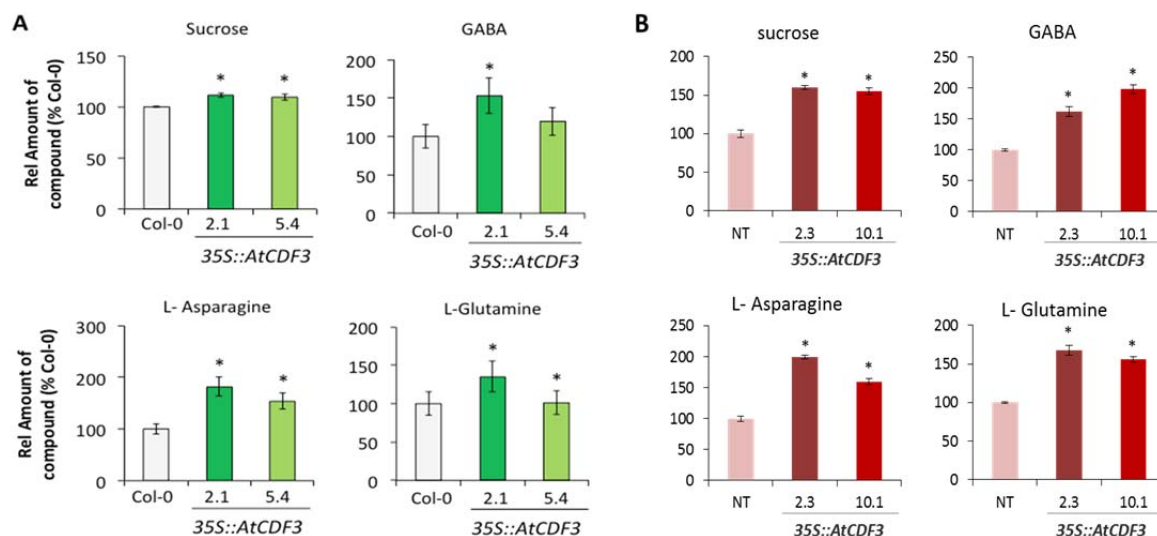


Figure 3. Measurement of photosynthetic activity and biomass production of tomato *AtCDF3* and *SICDF3* overexpressor lines grown under control and salinity conditions.



Finally, metabolomics analyses of the transgenic lines displayed significant metabolic alterations (fig.4). Specifically, we observed higher levels of sucrose and of certain amino acids, indicative of increased nitrogen assimilation, as reported previously for other DOF TFs (Yanagisawa *et al.*, 2004). The increased vegetative and reproductive growth observed in plants that overexpress the CDF3 genes is sustained by changes in C and N metabolism.

Figure 4. Metabolomic profiles of several sugars and amino acids. (A) Relative quantities of selected metabolites analyzed in *Arabidopsis AtCDF3* overexpressor lines (2.1 and 5.4 lines) and (B) Tomato *AtCDF3* overexpressor lines (2.3 and 5.4 lines) respect to control plants.



CONCLUSION

We can conclude that both *Arabidopsis* and tomato *CDF3* genes display multiple roles in the regulation of abiotic stress responses through changes in Carbon and Nitrogen metabolism.

REFERENCES

- Karimi M, Depicker A & Hilson P. 2007. *Plant Physiology* 145, 1144–1154.
- Ellul P, Garcia-Sogo B, Pineda P, Ríos G, Roig LA & Moreno V. 2003.. *Theor. Appl. Gen.* 106, 231–238.
- Murashige T & Skoog F. 1962. *Physiologia Plantarum* 15, 473–497.
- Renau-Morata B & co. 2014. *Bio-Protocols* 4, 1215e.
- Oñate-Sánchez L & Vicente-Carbajosa J. 2008. *BMC Research Notes*. 1, 93.
- Corrales AR, Carrillo L, Nebauer SG, Renau-Morata B, Sánchez-Perales M, Fernández-Nohales P, Marqués J, Granell A, Pollmann S, Vicente-Carbajosa J, Molina RV & Medina J. 2014b. *Bio-protocol* 4: e1216.
- Corrales AR & co. 2014a. *Journal of Experimental Botany* 65, 995–1012.
- Corrales AR & co. 2017. *Plant Cell Environ.* doi: 10.1111/pce.12894.
- Abràmoff MD, Magalhães PJ, Ram SJ. 2004. *Biophotonics International* 11, 36–42.
- Yanagisawa S. 2004. *Plant and Cell Physiology* 45, 386–391.



MONITORIZACIÓN DEL PROCESO DE SOLDADURA POR PUNTOS EN LA INDUSTRIA AUTOMOVILÍSTICA EMPLEANDO TERMOGRAFÍA DE INFRARROJO MEDIO Y ANÁLISIS QUIMIOMÉTRICO

Maldonado, María ¹; Gutiérrez, Raúl ²

Tutores: Barreiro, Pilar ¹; Vergara, Germán ²

¹Departamento de Ingeniería Agroforestal. E.T.S.I. Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. Universidad Politécnica de Madrid

²Departamento Técnico. New Infrared Technologies, S.L. Parque Empresarial Prado del Espino, Calle Vidrieros 30, Nave 228660 Boadilla del Monte (Madrid)
maria.maldonado.gil@alumnos.upm.es

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo es demostrar la aplicabilidad de la termografía de infrarrojo medio con cámaras de bajo coste, no refrigeradas y de respuesta rápida (tiempo de respuesta del orden de milisegundos), a la monitorización de procesos industriales como la soldadura por puntos en la industria automovilística. El procedimiento implica la grabación de 22 curvas de soldadura *in situ* y el posterior pre-procesamiento de las imágenes para uniformizar y extraer la información contenida en los espectros, así como la realización análisis multivariante de las curvas de soldadura atendiendo a su forma y la intensidad del pico. La forma e intensidad de las curvas espectrales resulta clave para el resultado final, que se basa en un Análisis de Componentes Principales (PCA). Los espectros se aglutinan en forma de matriz de 22 curvas espectrales por 3500 milisegundos. Los resultados del PCA muestran una clara diferenciación de las curvas de soldadura correctas y defectuosas empleando los componentes 2 y 3, a pesar de que explican menos del 1% de la varianza total de la curva. La tasa de éxito en este análisis no supervisado es del 100% en la clasificación de soldaduras, lo que validó el método empleado de manera externa.

Palabras clave: soldadura, termografía, monitorización.

INTRODUCCIÓN

Los detectores de imagen por infrarrojo medio son un método de control y monitorización de procesos industriales que actualmente se encuentra en expansión, siendo especialmente utilizados en industrias donde los procesos tienen lugar a elevadas temperaturas (por encima de 100 °C), como son la soldadura láser y el corte industrial. El proceso de soldadura por puntos es muy usado en fabricación, especialmente en la industria automovilística. Este proceso de soldadura es muy complicado, ya que implica la interacción de fenómenos eléctricos, térmicos y mecánicos (Luo Yi et al., 2016). La obtención de la unión idónea en la soldadura es muy importante ya que garantiza una fuerza y fiabilidad adecuadas al producto (Maio L, et al., 2017). Estudios recientes indican que el análisis dinámico de soldaduras empleando métodos resistivos es viable para su empleo en el control de calidad en la industria automovilística (Wang X. et al. 2016).

METODOLOGÍA

Datos originales

Los datos originales incluyen 22 curvas de soldadura (12 correctas y 10 defectuosas), cada una de ellas formada por 3500 imágenes grabadas por una cámara de infrarrojo medio de sensores dispuestos de forma matricial. Estos datos por tanto formaban una matriz de 22 filas correspondientes a cada muestra (soldadura) y 3500 columnas correspondientes cada una de ellas a una imagen (*frame*).



Tratamiento previo de los datos

Las curvas de soldadura se procesan utilizando algoritmos propios para homogeneizar toda la información contenida en las mismas y eliminar la información innecesaria o ruido. Los tratamientos utilizados se describen a continuación:

Alineamiento

Se calcula la primera derivada de las curvas y se toma como referencia el mínimo de los flancos de bajada de esta primera derivada en el intervalo entre 2500 y 3000 imágenes; se alinean todas las curvas a este punto. Se rellena cada curva con ceros de manera que todas tengan la misma duración aparente.

Corrección de la línea base

Se calcula el valor promedio de la señal considerando los primeros y últimos *frames* con una ventana de 25 puntos, y se ajusta a una recta base de la forma:

$$(y-y_0)=m(x-x_0)$$

Esta recta base se sustrae a cada curva de soldadura original con el objetivo de llevarlas todas al punto de ordenadas $y=0$, recortándose la señal a un rango relevante. Como resultado, las dimensiones de la matriz de datos resultante sobre la cual se aplica el análisis multivariante es de 22 filas x 2801 columnas.

Normalización

Una vez alineadas y llevadas a la misma línea base, las curvas fueron normalizadas entre 0 y 1, dividiendo por el valor máximo.

Tabla 1. Porcentaje de la varianza total retenida por el análisis de componentes principales

Componente principal	Porcentaje de varianza capturada
1	99,09
2	0,52
3	0,27
4	0,05
5	0,03

Análisis de componentes principales

El análisis por componentes principales es un procedimiento no supervisado que permite reducir el número de dimensiones sin pérdida de información mediante la diagonalización de la matriz de covarianzas; se lleva a cabo utilizando el PLS Toolbox de MATLAB®. El PCA es una herramienta multivariante que en nuestro caso permite pasar de 2801 longitudes de onda a 5 PCs (manteniendo el 99,96 % de la varianza).

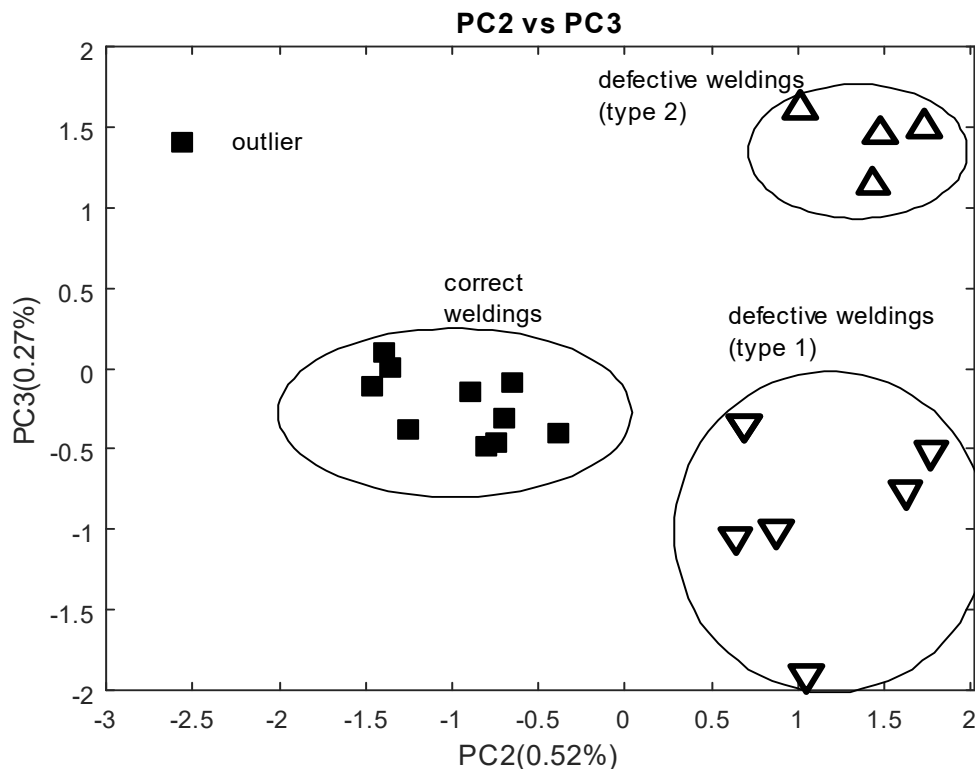


RESULTADOS

El porcentaje de varianza total capturada por cada componente principal se muestra a continuación en la tabla 1. Los valores de la tabla muestran que el máximo de información está contenida en el componente principal 1, seguidos del 2 y el 3.

La mejor separación entre curvas correctas y defectuosas se obtiene al representar en diagrama cartesiano los valores del PC2 frente a los del PC3. Esta representación se muestra a continuación en la figura 1.

Figura 1. Representación cartesiana del PC2 frente al PC3. Se identifican claramente las curvas de soldadura correctas respecto a las defectuosas.



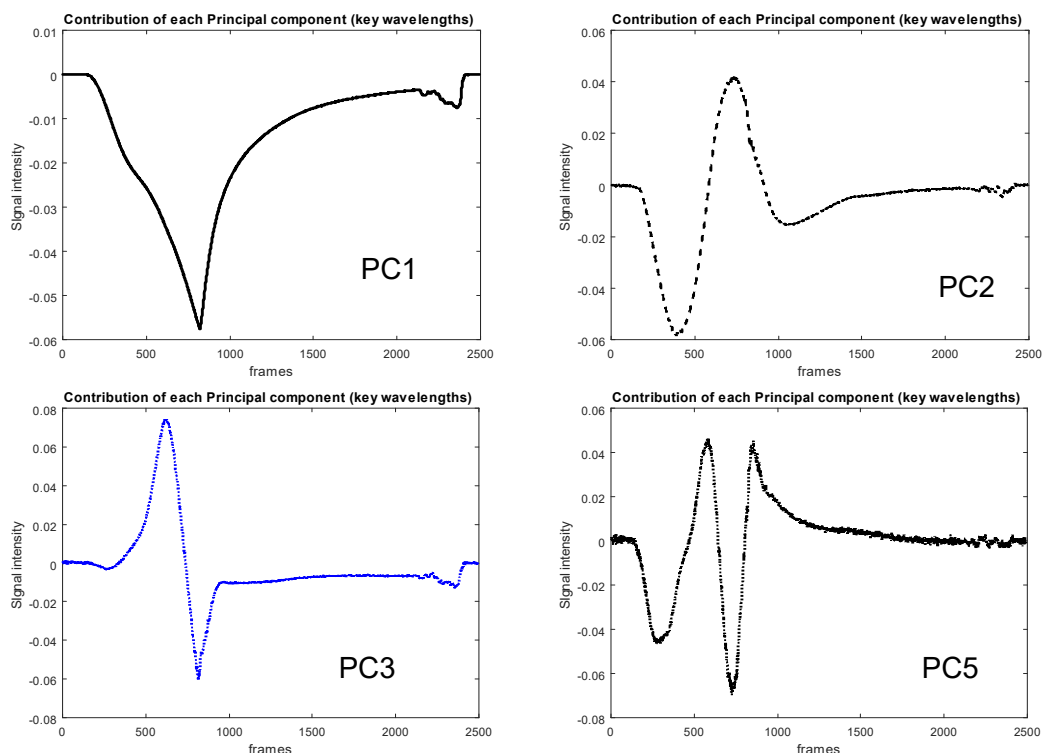
La contribución (o peso) de cada variable temporal a los componentes principales se representa en la Figura 2. Los pesos del primer componente suponen una representación de la curva de soldadura media (en negativo): el valor máximo se corresponde con aproximadamente 800 ms. Los pesos del PC2 viene a representar la primera derivada del espectro de soldadura, observándose que la mayor cantidad de información se sitúa entre aproximadamente 450y 900 ms. El tercer componente principal, relacionado con la segunda derivada del espectro, permite identificar el punto de inflexión en la curva de soldadura, aspecto característico denominado en algunos entornos chepa.

CONCLUSIONES

El registro y análisis en dinámico de curvas termográficas empleando sensores MWIR es un procedimiento idóneo para la identificación de soldaduras láser. Este hecho resulta relevante dado que no implica contacto como ocurre con las determinaciones eléctricas. El análisis de las curvas termográficas requiere del establecimiento de un pre-tratamiento

de las curvas (sustracción de la línea base y normalización), así como el empleo del técnicas quimiométricas como el Análisis de Componentes Principales. La información relevante a la clasificación se sitúa por debajo del 1% de la información total contenida en la curva de soldadura. Este trabajo demuestra la utilidad y el futuro de este tipo de dispositivos en la cadena de producción de ciertas industrias.

Figura 2. Representación cartesiana de los *loadings* del PC1, PC2, PC3 y PC5 frente a las longitudes de onda clave. Arriba izda.: Contribución del PC1, cuya forma coincide con la de una curva de soldadura estándar. Arriba dcha.: Contribución del PC2. Coincide con la primera derivada de uno de los tipos de curva. Abajo izqda.: Contribución del PC3, coincide con la primera derivada otro de los tipos de curva. Abajo derecha: Contribución del PC5.



AGRADECIMIENTOS

Trabajo cofinanciado por las ayudas de doctorados industriales del Ministerio de Economía y Competitividad.

BIBLIOGRAFÍA

- Luo, Y., Rui, W., Xie, X., Zhu, Y. 2016. Study on the nugget growth in single-phase AC resistance spot welding based on the calculation of dynamic resistance. *Journal of Materials Processing Technology*. 229, pp 492-500.
- Maio, L., Liberini, M., Campanella, D., Astarita, A., Esposito, S., Boccardi, S., Meola, C. 2017. Infrared thermography for monitoring heat generation in a linear friction welding process of Ti6Al4V alloy. *Infrared Physics & Technology*. 81, pp 325-338.
- Xiaodong W., Yuanxun W., Dawei Z. 2016. Quality monitoring based on dynamic resistance and principal component analysis in small scale resistance spot welding process. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Volume 86, Issue 9, pp 3443-3451



ESTUDIO COMPARATIVO DE SISTEMAS DE SIEMBRA EN MAÍZ, EN LOUDIMA, REPÚBLICA DEL CONGO

García, Alejandro

Tutor: Hernández, Carlos Gregorio

Departamento de Producción Agraria. E.T.S.I. Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas

Universidad Politécnica de Madrid

alejandrogarciaalvaro@gmail.com

RESUMEN

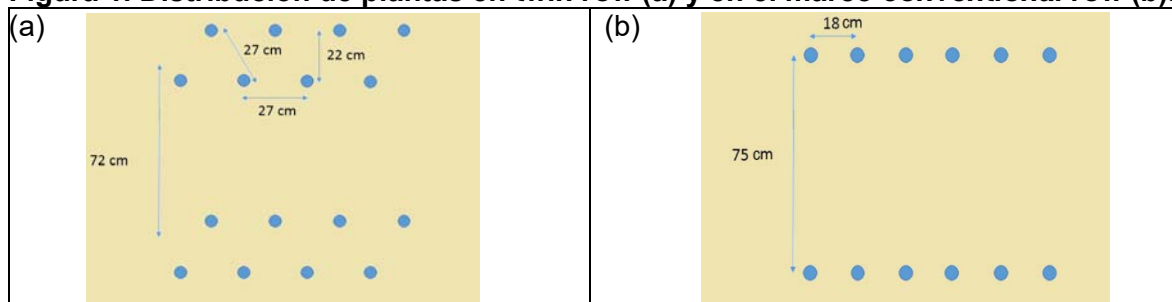
Este trabajo experimental fue llevado a cabo en Loudima, República del Congo entre los meses de mayo y septiembre de 2016. Tiene como objetivo determinar la estrategia de siembra óptima para el cultivo de maíz para futuras temporadas y conocer el impacto de marco de siembra y la densidad de maíz sobre el rendimiento en grano en una zona ecuatorial y de baja altitud. El experimento contaba con un total de dieciocho parcelas, nueve de ellas destinadas al sistema de siembra *twin row* (102.000 plantas/ha) y las otras nueve restantes al sistema *conventional row* (74.000 plantas/ha). Dentro de cada sistema de siembra, el experimento se realizó con tres variedades diferentes de maíz: PAN 12, LG 690 y Cameroon 51; y tres repeticiones. El trabajo de campo fue completado con un análisis de la literatura y de la documentación existente sobre el tema, centrándose en la influencia de los sistemas de siembra y de la densidad sobre el rendimiento. Una vez recogidos los datos experimentales, se les sometió a un método estadístico para conocer qué variedad y bajo qué marco de plantación el rendimiento en maíz es mayor en esta zona. Para determinar la mejor alternativa se analiza si existe un efecto estadísticamente reseñable por parte del sistema de siembra y de la variedad utilizada sobre el rendimiento final de la plantación. Los resultados muestran un impacto estadísticamente reseñable por parte de la variedad y del sistema de siembra sobre el rendimiento. Como conclusión se seleccionó la variedad PAN12 y el sistema de siembra *twin row* como la combinación que mejores resultados ofrecería en posteriores cosechas.

Palabras clave: marco de siembra, rendimiento, *Zea mays*.

INTRODUCCIÓN

Para que la producción de alimentos siga aumentando en la misma proporción que la demografía, es necesario explorar vías que nos permitan aumentar los rendimientos de los cultivos. Una de esas estrategias consiste en dotar a las plantas de una mejor distribución sobre el terreno, la cual permita un mejor aprovechamiento de los nutrientes, del agua y de la luz, y que proporcione niveles de competencia entre plantas óptimos para el desarrollo. El *twin row* consiste en un desglose de cada surco en dos hileras de plantas en *zig-zag* (Figura 1a), esto permite utilizar altas densidades de siembra, teniendo una buena separación entre plantas. Por el contrario, el *conventional row*, tiene una distribución de las plantas rectangular y la densidad de plantas que puede soportar es inferior (Figura 1b).

Figura 1. Distribución de plantas en *twin row* (a) y en el marco *conventional row* (b).



El objetivo de este estudio es determinar el efecto del marco de siembra de maíz sobre el rendimiento en grano en una zona ecuatorial y de baja altitud.

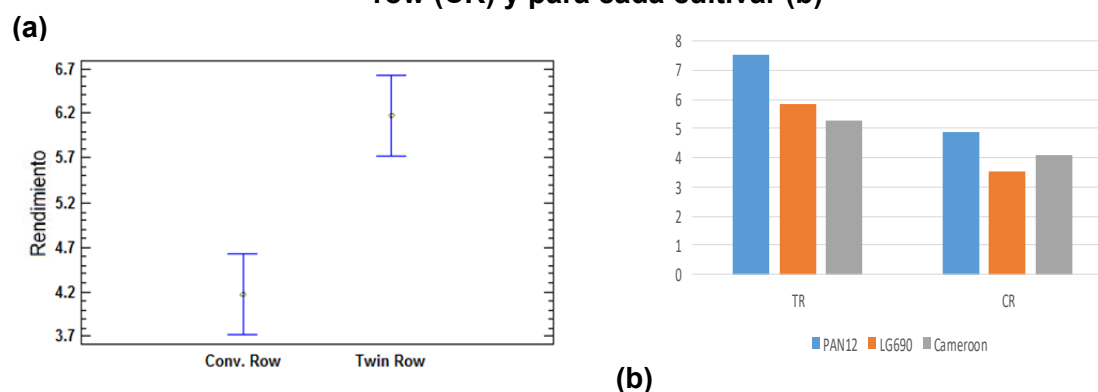
MATERIAL Y MÉTODOS

Se establecieron dos marcos de plantación el *twin row* y el *conventional row*. Realizándose tres repeticiones con cada una de las tres variedades de maíz: PAN12, LG 690 y Cameroon 51. Las 18 parcelas fueron distribuidas de forma aleatoria constando cada parcela con siete hileras de seis metros de longitud. Siendo el suelo predominante en la zona el oxisol, se siguió una única estrategia de abonado para todo el ensayo, la cual consistió en la aplicación de 50 kg/ha de urea, 150 kg/ha de triple superfosfato y 140 kg/ha de cloruro potásico en el mismo día de la siembra. Veinte días después de la siembra se realizó la aplicación de cobertera de 50 kg/ha de urea, y 150 kg/ha de triple superfosfato. La última aplicación de cobertera fue de 100 kg/ha de urea a 45 días después de la siembra. Los cultivos también recibieron el tratamiento de fitosanitarios necesario para su correcto desarrollo y reducir el efecto de posibles plagas y malas hierbas. La cosecha fue realizada 114 días después de la siembra en madurez fisiológica. Para la toma de los datos se descartaron las cuatro filas bordes que franqueaban los cultivos. Una vez recogidas la totalidad de las mazorcas sanas, se desgranaron y se procedió a su secado. Una vez que se alcanzó el 12% de humedad se procedió a su pesado mediante una báscula digital de un gramo de sensibilidad. Los datos recogidos fueron procesados mediante el programa informático STATGRAPHICS Centurion XVI versión 16.0.08. Dentro del programa la rama utilizada es Stat Advisor ANOVA para el análisis multifactorial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El marco de siembra y la variedad utilizada tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el rendimiento de maíz (Figura 2). Así lo indican el resultado del análisis de la varianza sobre el efecto significativo de cada factor en el rendimiento con un nivel de confianza del 95,0%. En este caso, los valores del nivel de significación estadística obtenidos son para el marco de siembra 0,0004 y para el cultivar de 0,0142. Esto no ocurre en el caso de la interacción de ambos efectos sobre el rendimiento, ya que el valor es 0,2745 y por lo tanto superior a 0,05. Aun así el cultivar PAN12 presentó un mejor resultado en ambos marcos.

Figura 2. Rendimiento de maíz (t/ha) para el marco (a) Twin row (TR) y Conventional row (CR) y para cada cultivar (b)



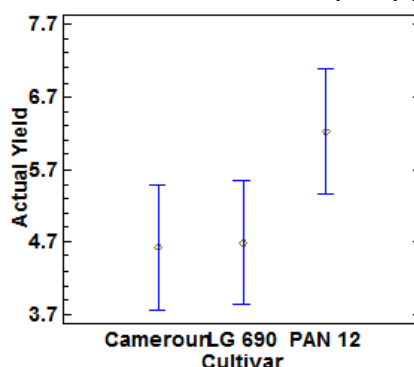
Mediante las medias y los intervalos mínima diferencia significativa (LSD) al nivel 95%, se conoce si los sistema de siembra *conventional row* y el *twin row* son homogéneos. En este caso, se entiende que no son homogéneos y por lo tanto se pueden aceptar que el



marco *twin row* mostró un rendimiento significativamente mayor que el *conventional row*. El valor del límite inferior del *twin row* con el 95% de confianza es de 5,53 t/ha, el cual es superior al límite superior del *conventional row*, que tiene un valor de 4,81 t/ha, es decir, existe una diferencia de 0,72 t/ha entre el máximo y el mínimo entre ambos sistemas. Siendo el límite superior del *twin row* 6,81 t/ha y el inferior del *conventional row* 3,53 t/ha. Por otra parte, analizando las medias obtenidas, se puede apreciar una mayor cosecha media por parte de *twin row*, con un valor de 6,17 t/ha, respecto a las 4,17 t/ha del *conventional row*. Estos resultados son similares a los obtenidos por Karlen y Camp (1985), los cuales obtuvieron un aumento en el rendimiento con el *twin row* de entre 0,52 t/ha y 0,76 t/ha respecto al *conventional row*. Resultados similares fueron recogidos por Gozubenli et al. (2004). Así mismo, estos resultados contradicen a Karlen y Kasperbauer (1989) que obtuvieron rendimientos inferiores en las cosechas de *twin row* respecto a las de *conventional row*. Aunque en general, el *twin row* mejora el rendimiento de manera considerable con el cambio a *twin row* (Martín y Iribarren, 2013). Este aumento en la producción por parte del *twin row* podría ser debido a que la mejora en la distribución reduce la competencia entre plantas de un mismo surco por la radiación solar, el agua y los nutrientes (Karlen et al., 1987; Camp et al., 1985). El mayor número de plantas y su mayor desarrollo auspician una mayor cubierta del terreno. Este rápido desarrollo inicial, permite una mayor intercepción de radiación solar, lo que propicia ratios de fotosíntesis mayores y como resultado una mayor cantidad de fotoasimilados, lo cual se traduce en mayor materia seca (Nummer y Hentschke, 2006). También el mayor espaciado entre plantas permite una mayor exploración radicular, que va desde un 14% en el caso del *conventional row* al 45% del *twin row* (Great Plains, 2011), lo que podría contribuir a un incremento en la producción debido a la mejor captación y mayor disponibilidad de agua y nutrientes. Aunque en EEUU estudios con *twin row* no han mostrado ventajas en los rendimientos de manera constante en comparación con el sistema convencional, con misma densidad de plantas (Nelson y Smoot, 2009).

La figura 3 muestra que la agrupación por cultivares de maíz forma grupos homogéneos, según los datos de mínimos cuadrados para el rendimiento con un intervalo de seguridad del 95%, por lo que no hay diferencias significativas entre ellos. Aun así cabe destacar los rendimientos superiores obtenidos en la variedad PAN12 que van desde las 5,42 t/ha en *conventional row* hasta las 6,98 t/ha de *twin row*. Las variedades LG 690 y Cameroon 51 se comportan de manera similar a lo largo del experimento, obteniéndose en el caso del *conventional row* 3,91 t/ha y 3,83 t/ha respectivamente. Los rendimientos obtenidos en el *twin row* fueron de 5,40 t/ha en Cameroon 51 y 5,48 t/ha en LG 690.

Figura 3. Rendimiento de maíz (t/ha) por cultivar.



La interacción del efecto del cultivar en el rendimiento se puede apreciar en la figura 3. En ella se observa la tendencia positiva del rendimiento frente al cultivar PAN12. Como se ha dicho antes, no se pueden afirmar estas conclusiones puesto que el valor de P es superior a 0,05. Aunque el método estadístico no lo avale el cultivar que mejor se comporta es PAN12, para el que se ha obtenido en cosecha un rendimiento medio en



conventional row de casi 4 t/ha y en *twin row* de 7,5 t/ha (Figura 2b). Por su parte LG690 se comporta de manera paralela a PAN12 pero con un descenso en las producciones de 1,8 t/ha aproximadamente. Respecto a Cameroon las pruebas estadísticas determinan un comportamiento irregular, no pudiéndose obtener ninguna conclusión debido a su variabilidad. Esto quizás sea debido a que no es una semilla certificada.

CONCLUSIONES

Tanto el sistema de siembra como los cultivares utilizados tienen un efecto significativo sobre el rendimiento de maíz. Los rendimientos obtenidos bajo el sistema de *twin row* fueron significativamente más altos que los del *conventional row*. Los rendimientos más altos han sido los alcanzados por el cultivar PAN12 bajo el marco de siembra de *twin row* (entre 8,64 t/ha y 6,42 t/ha). En segundo lugar se encontraría la combinación del cultivar LG690 y el sistema de siembra *twin row*. Aunque, no hubo un efecto estadísticamente reseñable, la variedad PAN12 cosechó los rendimientos más altos. La estrategia que definirá las próximas cosechas es la variedad PAN 12 bajo el marco de siembra de *twin row*. En todos los casos estudiados el *twin row* presentó mayores rendimientos que el *conventional row*.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a la UPM por su programa de ayudas de viaje de cooperación (Resolución Rectoral de 11/03/2016) para el desarrollo a través de las alianzas público-privada-personas. También quiero agradecerse a mi tutor Carlos, el cual siempre tuvo buena disposición para solucionar cualquier duda.

BIBLIOGRAFÍA

- Camp C.R., Karlen D.L., Lambert J.R. 1985. Canadian Journal of Plant Science. 63:45-59.
Gozubenli, H., Kilinc M., Sener O., Konuskan O. 2004. Asian J. Plant Sci. 3:203-206.
Great Plains. 2011. Twin-Row Principles. <http://www.twin-row.com/twin-row-principles> (15/01/2017).
Karlen D.L. and Camp, C.R. 1985. Agronomy Journal. 77:393-398.
Karlen D.L., Kasperbauer M.J., J.P. Zublena. 1987. Appl. Agr. Res. 2:65-73.
Karlen D.L. and Kasperbauer M.J., 1989. Appl. Agr. Res. 4:51-56.
Martín C. y Iribarren L.M., 2013. Teoría del Twin rows planting. DEKALB INNOVATION. http://www.agpme.es/index.php?option=com_content&view=article&id=166:teoria-del-twin-rows-planting&catid=46:eye&Itemid=68 (15/01/2017)
Nelson K.A. and Smoot R.L. 2009. Online Crop Management <http://dx.doi.org/10.1094/CM-2009-0130-01-RS> (15/02/2017)
Nunmer Filho I. and Hentschke C.W. 2006. Revista Plantio Direto 92:1-5.

SESIÓN C2



EFFECTO DE CONDICIONES AMBIENTALES CONTROLADAS SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CONEJAS PRIMÍPARAS.

Durán, Mary Cruz; Guamán, Santiago

Tutores: Rebollar, Pilar G.; Rodríguez, María.

Departamento de Producción Agraria. ETSI Agronómica, Alimentaria y de Biosistema. Universidad Politécnica de Madrid.

mary.duran.garcia@alumnos.upm.es

RESUMEN

El presente estudio fue realizado con el objetivo de estudiar la distribución de los animales en una nave experimental de conejos con ambiente controlado, y evaluar su efecto en el consumo de pienso y en la fecundidad en conejas reproductoras. Para realizar el mismo, fueron colocados 12 sensores (HOBO data logger, Bourne, MA, USA) en tres zonas de la nave; con ellos, se midió la temperatura y la humedad relativa diariamente durante 25 días. Los datos de estos parámetros se utilizaron para calcular el Índice de Temperatura y Humedad (ITH). Se realizaron análisis de varianza con el programa estadístico SAS para los datos correspondientes a los factores ambientales y su influencia en la consumo de pienso; mientras que el impacto ambiental en el porcentaje de fecundidad obtenido, se analizó mediante correlaciones estadísticas. Los resultados de ITH obtenidos, indican que las reproductoras se encuentran, en todas las zonas estudiadas, en un ambiente que puede ser considerado adecuado. Este hecho explica que aunque se encontraron diferencias ($P < 0,05$) para los valores de la temperatura y de la humedad relativa en las tres zonas muestreadas (a la entrada, en el centro y al final de la nave), los índices productivos no se vieron afectados por los parámetros ambientales estudiados.

Palabras clave: *Cunicultura, ambiente, fecundidad.*

INTRODUCCIÓN

En lo concerniente a los sistemas de producción cunícola en España (donde hay una larga tradición en el consumo de esta carne), se realizan mayoritariamente en ambientes controlados (producción intensiva). Estos sistemas productivos, para la obtención de carne y secundariamente de piel y pelo (MAPAMA) aseguran el aislamiento, la calefacción, la ventilación y la iluminación de la granja (es decir el control medioambiental); garantizando la producción todo el año (Villagrà et al., 2004).

Cabe señalar que las condiciones ambientales deben mantenerse lo más homogéneas posible, debido a que los factores ambientales influyen en el rendimiento productivo y reproductivo (Enactiva Rabbit, 2014); por esta razón, su control debe ser considerado como fundamental.

De los factores que afectan a la producción cunícola, el más importante, es la temperatura (T); ésta sumada a la humedad relativa (Hr) constituyen los componentes bioclimáticos básicos que caracterizan el medio en el que se desarrolla un organismo (Toni Roca, 2011). En concreto los conejos tienen una alta sensibilidad a las temperaturas elevadas. En este contexto, los valores de T superiores a los del intervalo termoneutro (15 a 20°C) originan alteraciones en los mecanismos fisiológicos y de comportamiento en los animales. En estas circunstancias es posible observar la modificación del consumo de pienso y disminución en la fertilidad de las hembras (Agrinews, 2013). Por otro lado, la Hr es considerada un factor crítico por la capacidad de perder calor corporal de estos animales (De la Fuente, 2003). Además, la Hr acentúa el efecto de la T en la respuesta productiva y fisiológica de los conejos. Consecuentemente es fundamental mantener la T y la Hr dentro de los valores recomendados para esta especie.



El presente trabajo debe considerarse como un estudio preliminar sobre el análisis de los parámetros ambientales de T y Hr, que se registran en una nave experimental de conejos. Este estudio se realizó con el objetivo de determinar las variaciones ambientales en distintas zonas de la misma y evaluar su posible efecto en los índices productivos de las conejas reproductoras.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una nave experimental de 21 m de longitud y 7 m de ancho, dividida en 3 zonas (la entrada, el centro y el final de la nave), dotada de 4 hileras paralelas de 33 jaulas tipo *Flat-deck*, en las que se alojaron individualmente un total de 132 conejas gestantes (44 por zona) que habían sido inseminadas a la misma edad, el mismo día y con una mezcla heterospérmica de semen correspondiente a 10 machos.

Los datos recopilados de la T y la Hr, se midieron, desde el día 16/12/2016 (cuarto día después de la inseminación) al 09/01/2017 (dos días antes del parto). Para ello se contó con 12 sensores (HOBO data logger, Bourne, MA, USA), que se situaron en cada uno de los soportes de las jaulas de las tres zonas muestreadas: 4 al principio, 4 en el centro y 4 en la parte final de la nave. Las medidas fueron registradas cada 5 minutos, durante 25 días. Un software incluido en los sensores permitió descargar en formato Excel los registros de los parámetros en estudio y proceder al análisis de los mismos.

Para la evaluación del confort térmico de las conejas se aplicó la ecuación $(1,8 \cdot Ta + 32) - (0,55 - 0,55 \cdot Hr/100) \cdot (1,8 \cdot Ta - 26)$, obtenida por Valtorta y Gallardo (1996), a partir de la conversión del Índice de Temperatura y Humedad (ITH) desarrollado por Thom (1959). Donde: Ta corresponde a la temperatura del aire (°C) y Hr a la humedad relativa (%).

Se realizaron análisis de varianza con el programa estadístico SAS considerando como variable dependiente el consumo de pienso de las conejas en las tres zonas muestreadas con respecto a la T y Hr registradas. Para la comparación de medias se utilizó el test de Tukey. Los resultados de fecundidad obtenidos (total de hembras gestantes/total de conejas inseminadas * 100), se analizaron mediante correlaciones estadísticas con la T y la Hr.

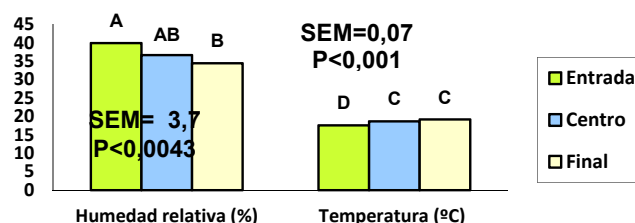
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se detallan los resultados relacionados con la T y la Hr y su posible influencia en los parámetros productivos en conejas primíparas.

a) Temperatura y humedad registradas en la nave.

En la gráfica 1 se puede constatar que existen diferencias ($P < 0,001$) en la T del centro ($18,7 \pm 0,07$ °C) y del final ($19,2 \pm 0,07$ °C) con relación a los valores de la entrada ($17,6 \pm 0,07$ °C) de la nave. Por otro lado, se evidencian también diferencias estadísticas significativas entre los valores correspondientes a la Hr que se registran en la entrada ($39,9 \pm 3,7\%$) y la parte final ($34,4 \pm 3,7\%$) de la nave, siendo intermedias en la parte central ($36,7 \pm 3,7\%$).

Gráfica 1. Medidas correspondientes a la humedad relativa (%) y a la temperatura (° C) en diversas áreas del interior de la nave experimental de conejos. A, B, C, D: $P < 0,05$





Los valores correspondientes a la T medida en las distintas áreas de la nave se encuentran dentro de la zona termoneutra de las conejas reproductoras. El rango de T óptima para maternidad, según Agrinews (2013), debe estar entre 15 y 20° C.

- b) Influencia de la ubicación de los animales en la nave (entrada, centro y final) en la fecundidad y en la consumo de pienso.

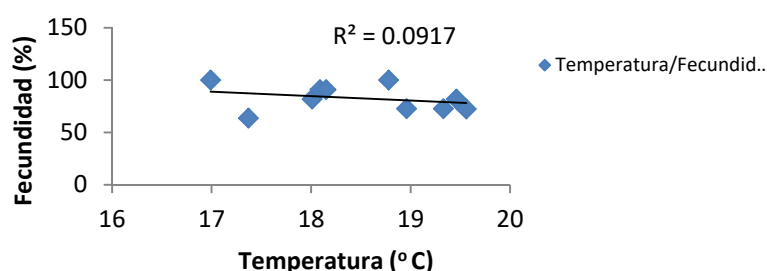
Tabla 1. Índice de fecundidad (%) en las conejas, de acuerdo a su ubicación en la nave.

Concepto	Ubicación		
	Entrada	Centro	Final
Nº de conejas	44	44	44
Fecundidad	84	88	78

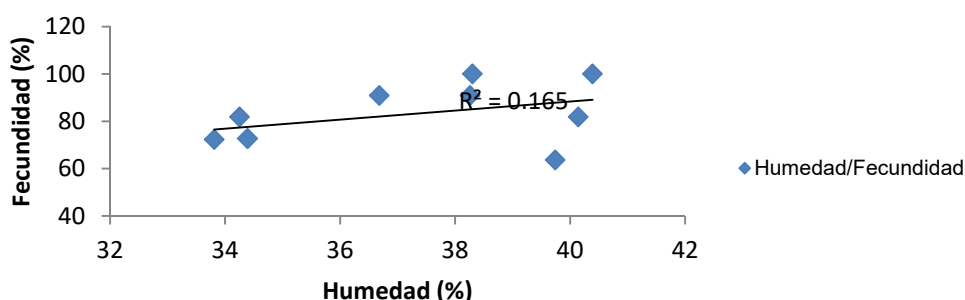
Los porcentajes de fecundidad obtenidos en las conejas distribuidas en las diferentes zonas de la nave fueron próximos al 80%, valor considerado normal teniendo en cuenta que se trataba de conejas nulíparas (Rebollar et al., 1994).

En las gráficas 2 y 3 se representan las correlaciones estadísticas entre los porcentajes de fecundidad obtenidos en función de la zona de ubicación de las conejas, con la T y la Hr que se registraron en las zonas muestreadas.

Gráfica 2. Relación entre la fecundidad (%) y la temperatura (° C), de acuerdo a las ubicaciones de las conejas.



Gráfica 3. Relación entre la fecundidad (%) y la humedad relativa (%), en función de las ubicaciones de las conejas.



En las gráficas anteriores se puede constatar que el porcentaje de fecundidad obtenido en las conejas, no es explicado de manera significativa por los parámetros ambientales estudiados.



Tabla 2. Ingesta de pienso (g/d) de las conejas durante la gestación, en función de su ubicación.

Concepto	Ubicación			P<0,05	SEM
	Entrada	Centro	Final		
Nº de conejas	44	44	44		
CMD	172,73	192,61	189,36	0,09	3,14

CMD=Consumo Medio Diario.

En la tabla 2 se puede observar que no existen diferencias estadísticas significativas en el consumo de pienso, en función de la ubicación de las conejas.

c) Índice de temperatura y humedad relativa (ITH).

Los resultados obtenidos al calcular el ITH (tabla 3) en las zonas consideradas, demuestran que los animales se encuentran en un ambiente confortable. De acuerdo a la Organización Mundial Meteorológica (1989), un ITH inferior al 70 es considerado normal (condiciones adecuadas, es decir, el animal no está bajo ningún estrés de calor).

Este hecho explica que, si bien se hallaron diferencias significativas para estos parámetros en las tres zonas consideradas, no se encontraron en las conejas estudiadas diferencias estadísticamente significativas en su consumo de pienso ni en el porcentaje de su fecundidad.

Tabla 3. Resultados correspondiente al índice de temperatura y humedad relativa (ITH) medias medidas en diversas áreas de la granja experimental cunícola.

Ubicación sensores	Temperatura (°C)	Humedad (%)	ITH
Entrada	17,62	39,64	65,6
Centro	18,80	36,23	68,6
Final	19,25	34,34	69,8

CONCLUSIONES

La distribución de las conejas en las diferentes zonas de la nave no tiene un efecto significativo en los porcentajes de fecundidad obtenidos ni en el consumo de pienso durante la gestación. Por lo tanto, las conejas reproductoras se encuentran inmersas, en todas las zonas estudiadas, en un ambiente que puede ser considerado adecuado; permitiendo la distribución de los diferentes grupos experimentales de manera aleatoria en cualquiera de ellas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT AGL-2015 65572 y la Comunidad de Madrid (S2013/ABI-2913). Agradecemos al Dr. Villarreal el haber facilitado los sensores para determinar las temperaturas y las humedades relativas consideradas en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrinews. 2013. Factores climáticos para el bienestar de los conejos. <https://agrinews.es/factores-climaticos-bienestar-conejos>. (En línea), consultado el 05/03/2017.
- Enactiva Rabbit. 2014. Los Conejos frente al calor veraniego. <http://enactiva-rabbit.com/los-conejos-frente-al-calor-veraniego>. (En línea), consultado el 17/03/2017.
- Rebollar, P.G., Alvarino, J.M.R., Ubilla, E. 1994. Grouping of rabbit reproduction management by means of artificial insemination. *World Rabbit Science*, 2:87-91.
- Toni Roca, 2011. Efecto de la temperatura en cunicultura. <http://conejos-info.com/articulos/efectos-de-la-temperatura-en-cunicultura>. (En línea), consultado el 05/03/2017.
- Olivares, O., Guevara, E., Oliveros Y., López, L. 2013. Estimation of thermal comfort index as an indicator of heat stress in livestock production in the Guanipa plateau, Anzoátegui, Venezuela, pp 15.
- Villagrà, A., Blanes, V., Torres, A. 2004. Introducción a la climatización de la granja cunícola, pp 8.



PLANTEAMIENTO DE CASO DE ESTUDIO DEL ESTRÉS HÍDRICO Y SUS EFECTOS EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE ACEITE DE OLIVA DE CORNICABRA EN DIFERENTES MARCOS DE PLANTACIÓN

Merino, Alicia

Tutor: Benito, Alejandro

Departamento de Investigación Aplicada y Extensión Agraria. IMIDRA.
amerinozazo@gmail.com

RESUMEN

Se plantea el estudio de diferentes dosis de riego en dos plantaciones de olivo de la variedad Cornicabra de 13 años de edad en la Finca La Chimenea (Colmenar de Oreja). Los marcos de plantación son en el olivar super-intensivo 3,85x1,80 m y en intensivo 7x7 m, sometiéndose a 4 estrategias de riego diferentes en función de la evapotranspiración del cultivo ETc. La finalidad es el estudio de las relaciones suelo-agua-planta y de las consecuencias de estrés hídrico en los diferentes tratamientos a través de diferentes parámetros vegetativos, fisiológicos, de rendimiento y calidad de aceite, como el potencial hídrico y conductancia estomática, floración, maduración, cuajado de fruto, acumulación de aceite en fruto hasta medidas de producción, rendimiento graso y calidad de aceite. Además, se realizará una estimación del estado hídrico utilizando imágenes térmicas aéreas a través del cálculo del Crop Water Stress Index, y se utilizarán imágenes multispectrales para la evaluación de estado nutricional de la plantación. Entre los parámetros de calidad de aceite se estudian color, pigmentos, polifenoles totales, acidez, estabilidad, peróxidos, perfil fenólico y capacidad antioxidante. El estudio pretende evaluar dos marcos de plantación, así como analizar la huella hídrica y económica de ambos.

Palabras clave: *estrés hídrico, riego deficitario, aceite de oliva.*

INTRODUCCIÓN

Algunas estrategias de riego deficitario se han llevado a cabo para mejorar la rentabilidad de las explotaciones super-intensivas de arbequina y reducir la aportación de agua. Además, el regadío permite controlar el estrés hídrico y el efecto directo que éste tiene en la lipogénesis como muestra Hidalgo et al. (2017), y por tanto en la calidad y cantidad del aceite. La intensificación del olivar con marcos de plantación pequeños permite obtener mayores producciones con menores costes al poderse realizar la mecanización del cultivo. La creciente demanda de aceite de oliva mundial y el aumento de producción de países como Túnez, hace necesario producir de manera competitiva y utilizar técnicas adecuadas como variedades óptimas para la zona, aumentar la densidad de plantación, riego localizado, manejo integral, mecanización de labores y cosecha además de otras prácticas culturales, manteniendo un alto nivel de calidad del aceite de oliva obtenido. Diferentes variedades de olivo se han probado en super-intensivo, predominando a nivel nacional los estudios en arbequina, centrados en el estudio del efecto del riego en el crecimiento vegetativo y polifenoles del aceite de oliva (Marra et al., 2016) o el análisis de los efectos de diferentes estrategias de riego deficitario controlado en verano sobre los componentes y crecimiento del fruto (Gómez del Campo et al., 2014).

En olivares intensivos existen estudios centrados en el efecto del manejo del riego en la calidad de la aceituna y aceite de oliva en variedades morisca y cornicabra (Gómez-Rico et al. 2009) y estudios que desarrollan el manejo del riego en cornicabra según el potencial hídrico (Mariana et al., 2012). Otras investigaciones comparan diferentes estrategias de riego variando marco de plantación como intensivo, alta densidad y super-intensivo en la variedad arbequina como Hermoso et al. (2016), mientras que en la variedad cornicabra se centran en diferentes dosis de riego en densidades de plantación semi-intensivo y tradicional (Gómez Rico et al., 2007&2009).



El estado hídrico de las plantaciones se estudia sobre medidas de potencial hídrico en tallo y conductancia estomática a medio día solar, además de monitorización de la humedad del suelo. Por otro lado, hay métodos que estiman el estrés hídrico en olivar utilizando imágenes térmicas obtenidas con vehículos aéreos no tripulados como Berni et al. (2009) mediante el cálculo del Crop Water Stress Index (CWSI). Además, se emplean imágenes multispectrales para el monitoreo de vegetación en estudios de Berni et al. (2008), que permiten evaluar otros parámetros como fertilidad o estado sanitario de los cultivos. El objetivo del presente trabajo es determinar los parámetros suelo-agua-planta de influencia en la producción y calidad de aceite de oliva en diferentes tratamientos de riego en dos marcos de plantación.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo presenta el estudio a futuro en dos parcelas que se sitúan en el Centro de Olivicultura de la Comunidad de Madrid, perteneciente al Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural Agrario y Agroalimentario (IMIDRA), en el municipio de Colmenar de Oreja (latitud 40°04'21" N, longitud 03°31'11"O) a una altitud de 524 m sobre el nivel del mar.

El régimen de humedad es Xérico y la media de temperatura anual es de 13,6 °C. La parcela consta de una estación meteorológica que proporciona datos de precipitación, velocidad de viento, radiación, temperatura, humedad relativa, evapotranspiración potencial (ET_0 de Penman-Monteith) y déficit de presión de vapor.

El sistema de riego es a través de tubería de 16 mm con goteros autocompensantes cada 50 cm de un caudal de 3,5 L/h. Los 4 tratamientos de riego son: R100 (100% ET_c), RDC40 (40% ET_c en fase II), R70 (70% ET_c) y R130 (130% ET_c). La programación del riego se realiza semanalmente en función de los datos de precipitación y ET_0 de la estación meteorológica. El consumo de agua se controla mediante contadores en cada una de los tratamientos de riego.

El diseño experimental consta de dos parcelas de la variedad Cornicabra, una en intensivo (204 árboles·ha⁻¹) y otra en super-intensivo (1484 árboles·ha⁻¹) plantados en 2003. La variedad elegida es la de mayor representación en la Comunidad de Madrid según Rallo et al. (2005). La parcela de intensivo tiene un marco de plantación de 7x7 m y consta de 4 bloques con 4 repeticiones de cada tratamiento distribuidas al azar. Cada unidad experimental consta de 3 líneas de olivos con 5 árboles por línea donde los árboles control son los 3 árboles centrales. La parcela de super-intensivo tiene un marco 3,75x1,80 m y también consta de 4 bloques con 4 repeticiones de cada tratamiento de riego distribuidas al azar. Cada unidad experimental consta de 3 líneas de olivos con 10 árboles por línea, donde los árboles control son los 4 árboles centrales.

Para el estudio del suelo se realizaron de tres calicatas en octubre de 2016, incluyendo: descripción del perfil y toma de muestras de suelo y densidad aparente por horizonte en dos calicatas y estudio de la profundidad de raíces y bulbo mojado en la tercera.

Los parámetros de suelo analizados en laboratorio fueron: determinación de pH, salinidad, materia orgánica por oxidación, nitrógeno total, cationes del complejo de, fósforo asimilable (Olsen), caliza activa, carbonatos totales y textura. Se instalaron sondas de humedad a profundidad de 30, 60 y 90 cm en todos los tratamientos de riego. La instalación se realizó a 60 cm de distancia del árbol en la línea de árboles y a la altura de gotero. Las sondas son tipo FDR modelo ECH₂O EC-5 (Decagon Devices Inc.), que permiten hacer mediciones continuas. Se realizó la calibración de los sensores por método gravimétrico para las tres profundidades en muestras de suelo de cada profundidad llevadas a saturación y posterior desecación y mediciones diarias con sensores y pesado en balanza de precisión. El estudio de la calidad del agua de riego se realizará en la campaña de riego de este año 2017 de abril a septiembre, con toma de muestras al inicio, medio y final de campaña de riego.

En este trabajo se resumen las medidas que se van a realizar en las campañas 2017, 2018 y 2019, además de mostrar algún resultado ya obtenido en la campaña de 2016.



Dentro de las medidas de crecimiento vegetativo se realiza la circunferencia de tronco y diámetros de copa anualmente. El crecimiento de brote se realiza cada 15 días mientras que para el cálculo de índice de cuajado y seguimiento de floración se realiza a diario y la maduración semanalmente. El volumen de copa de árbol y superficie iluminada se realiza una medida anual previa y posterior a la poda. En julio se realiza el análisis de nutrientes en hoja y se reprograma la fertilización si fuera necesario.

Dentro de los parámetros fisiológicos se hace medición de potencial hídrico en tallo a medio día solar con cámara Scholander PMS600 y medición de fotosíntesis (LCI de ADC), cada 15 días durante la campaña de riego. En la campaña 2016 se realizó en cuatro momentos, junio, julio, septiembre y octubre.

Los controles de fruto se realizan mensualmente desde julio hasta la cosecha, con la determinación peso de fruto, masa fresca, masa seca y acumulación de aceite por RMN así como índice de madurez. En 2016 estos controles se realizaron de junio hasta la cosecha en noviembre. La cosecha se realiza con un índice de madurez en torno a 2,5 y se mide el peso de fruto, la fuerza de retención de fruto y la producción por árbol.

La elaboración de aceite se realiza para cada tratamiento de riego utilizando el método Abencor y se realizan los siguientes controles físico-químicos sobre el aceite: acidez, ácidos grasos, peróxidos, absorción UV a 232 y 270 nm, polifenoles totales y perfil fenólico, color, pigmentos, esteroides por cromatografía y estabilidad por el método Rancimat. El análisis sensorial se realiza por catadores del Panel Oficial de Cata de Aceite de Oliva Virgen de la Comunidad de Madrid.

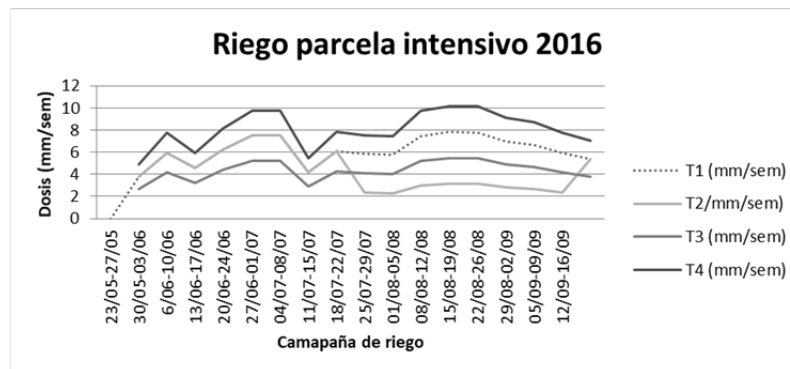
La obtención de imágenes térmicas e hiperespectrales se realiza con avioneta en momentos clave del cultivo dentro de la campaña de riego y posteriormente se calcula el índice de estrés hídrico de cultivo conocido como *Crop Water Stress Index* (CWSI). También se estudia la relación de los valores aéreos obtenidos con mediciones realizadas en campo en el momento del vuelo como medición de clorofila, antocianinas y flavonoides con medidor Dualex, además de potencial hídrico y conductancia estomática.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aunque la toma de datos se realizará en las campañas 2017, 2018 y 2019, en este trabajo se presentan algunos resultados generales de la parcela de intensivo obtenidos a partir de junio de 2016 que dan una imagen general del estado de la plantación.

En la campaña de riego (finales de mayo a principios de septiembre, la precipitación semanal fue despreciable y la ET_c acumulada fue 105mm mientras que las aplicaciones de riego fueron de 105 mm para R100, 73 mm para RDC40, 74 mm para R70 y 137mm para R130, variando la aportación semanal aplicada en la parcela de intensivo como muestra la Figura 1. Se observa que el periodo deficitario fue de mediados de julio a finales de agosto.

El potencial hídrico en tallo fue de 1,41 MPa en junio, 1,84 MPa en julio, 1,92 MPa en agosto y 0,73 MPa en septiembre. El peso medio del fruto incrementó de 0,89 g en julio, 1,80 g en agosto, 2,12 g en septiembre, 2,42 g a mediados de octubre y 3,73 g en cosecha de noviembre. El porcentaje graso sobre masa fresca incrementó de 1,17 % en julio, 7,69 % en agosto, 13,32 % en septiembre, 18,23 % en octubre y 20,90 % en cosecha. La cosecha obtenida general de la parcela de intensivo fue de 2965 kg/ha con una fuerza de retención de fruto media de 472 g. El aceite elaborado tiene 847 ppm de polifenoles totales, cosechado con un índice de madurez de 2,55.

Figura 1. Riego semanal en la parcela de intensivo en 2016

CONCLUSIONES

El primer año de estudio se ha puesto en marcha el sistema de riego y algunas determinaciones a realizar tanto en campo como en laboratorio que no permiten obtener conclusiones sobre los diferentes tratamientos de riego todavía. Los resultados esperados en las campañas 2017, 2018 y 2019 permitirán evaluar la productividad de ambos marcos de plantación y determinar la mejor estrategia de riego. Además, se espera realizar la correlación con imágenes térmicas e hiperespectrales que permita completar el estudio todavía no realizado en la variedad Cornicabra

AGRADECIMIENTOS

Agradecer el trabajo diario a mi grupo de trabajo del centro de Olivicultura del IMIDRA y al INIA la posibilidad de realizar el estudio gracias a la Beca FPI INIA 2015, con contrato cofinanciado por el FEDER.

BIBLIOGRAFÍA

- Berni J.A., Zarco-Tejada P.J., Sepulcre-Cantó G., Fereres E. y Villalobos F.J. 2009. Estimación de conductancia estomática y detección de estrés hídrico en vegetación mediante imágenes térmicas de alta resolución espacial obtenidas con un vehículo aéreo no tripulado (UAV). XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección. Calatayud. pp 25-28.
- Berni, J.A.J., Zarco-Tejada, P.-J., Suarez, L., Fereres, E. 2008 Thermal and Narrow-band Multispectral Remote Sensing for Vegetation Monitoring from an Unmanned Aerial Vehicle. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 47, (3), 722-73.
- Gómez-del-Campo M, Pérez-Expósito M.A., Hammami S.B.M., Centeno A., Rapoport H. F. 2014. Effect of varied summer deficit irrigation on components of olive fruit growth and development. Agricultural Water Management 137 84–91
- Gómez-Rico A., Desamparados Salvador M., Fregapane G. 2009. Virgin olive oil and olive fruit minor constituents as affected by irrigation management based on SWP and TDF as compared to ETc in medium-density young olive orchards (*Olea europaea* L. cv. Cornicabra and Morisca) Food Research International 42 1067–1076
- Gómez-Rico, A., Desamparados Salvador M., Moriana, A., Pérez, D., Olmedilla N., Ribas F., Fregapane G. 2007. Influence of different irrigation strategies in a traditional Cornicabra cv. olive orchard on virgin olive oil composition and quality. Food Chemistry 100 (568-578).
- Hermoso J.H., Boudebouz, a., Rufat J., Arbonés A., Romero A. 2016. Eficiencia del riego deficitario controlado en olivar según distintos sistemas de plantación. Especial Olivar, Vida Rural, nº409: 40-47
- Hidalgo J., Leyva A., Pérez D., Hidalgo J.C., Victorino Vega. 2017. ¿Cómo afecta el estrés hídrico en el cultivo del olivo a la formación de aceite?. Especial Olivar, Vida rural, Nº 426: 44-50
- MAPA (1994). Métodos oficiales de análisis.. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Dirección General de Política Alimentaria. Madrid. Vol. III.
- Marra F.P., Marino G., Marchese A., Caruso T. 2016. Effects of different irrigation regimes on a super high density olive grove cv. Arbequina: vegetative growth, productivity and polyphenol content of the oil. Irrigation Science. 34(4) 313-325.
- Moriana A., Pérez-López D., Prieto M.H., Ramírez-Santa-Pau M., Rérez-Rodríguez J.M.. 2012. Agricultural Water Management 112 43– 54.
- Rallo L, Barranco D, Caballero J.M., del Río, Martín A., Tous J., Trijullo I. 2005. Variedades del olivo en España. Junta de Andalucía, MAPA y Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.



VERIFICACION OF THE QUALITY OF DGPS SIGNAL IN RIO GRANDE DO SUL – BRAZIL, COMPARED TO VILLARROBLEDO (SPAIN)

da Costa Neto, Wilson Valente ¹; Garrido-Izard, Miguel ²

Tutores: Valero, Constantino ²; Barreiro, Pilar ²

¹Departamento Agroforestal. E.T.S.I. Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. Universidad Politécnica de Madrid

²LPF_Tagraia. Departamento Agroforestal. Universidad Politécnica de Madrid
wilson.vdacostaneto@alumnos.upm.es

ABSTRACT

The GNSS (Global Navigation Satellite System) provides georeferenced data for many civil and military applications. Since the removal of noise in the USGPS signal in 2000, civil applications have exploded and correction methodologies have greatly improved the quality of data without additional cost. DGPS make profit of geostationary signal in order to decrease the error level from metric to sub metric range; however such decrease strongly depends upon local circumstances. In this paper we compare the quality of DGPS signal under very dissimilar conditions: North vs South hemisphere, various geoides (ED50 vs WGS84) and distance to the geostationary satellite among others. The data have been acquired during several seasons according, all of them in vine crops (permanent crop and therefore of known position) which allows to easily address the quality of the georeferenced position.

Key words: *Precision agriculture, satellites, HDOP*

INTRODUCTION

GNSS quality (Global Navigation Satellite system) varies in different parts of the globe and under varying conditions, influenced by: the number of constellations available (i.e. GPS, GLONASS), the geometry of the satellite constellation, the number of accesible units, signal quality and atmospheric interference, objects near the receiving antenna, and antenna type, among others. The importance of signal quality relays on allowing more detailed information on the variability of plots in the case of agriculture, and thus enables performing the local application of inputs adjusted to crop needs, which contributes to the reduction of costs and improves efficiency in the farm management (Smith et al. 2013).

Traditionally, GPS requires at least 4 satellites to pasively reveal the position of the user, DGPS (Differential GPS) positioning is performed by simple baseline (user is positioned relative correction to a single geostationat satellite or alternative correction), while RTK is a real-time correction procedure with the use of two receivers: a static and a dynamic one (Sejas et al. 2013).

Besides, currently Brazil has a statewide GPS network for RTK correction without base antenna, which is distributed in 18 states. Rio Grande do Sul has 65 GPS stations and 5 post-processing stations (Figures 1a and 1b) that compose the GNSS continuous monitoring network, with access to the Networked Transport of RTMC via Internet Protocol (NTRIP) (IBGE, 2017). However the cost of RTK antennas is far above that of DGPS (at least 30 times that of DGPS antenna without base station).

Molin et al. (2011) studied the position deviations caused by DGPS guidance systems in agricultural machinery Compared to GNSS RTK in Brazil, used as reference. RTK provides centimeter location accuracy (0.134m) which erodes due to DGPS and actuation level: manual accoring to light bar, drivewheel control, or hydrostatic control. This study provided average errors between 0.208m and 0.36m.

The objective of this work was to verify the differences in signal quality of three DGPS antennas during the mechanical harvesting of grapes in two farms located in the State of Rio Grande do Sul, Brazil, in the year 2015 and 2016, and in Villarrobledo (Castilla-La Mancha), Spain, 2016 harvest as a mean for later comparison with regard to similar

previous measurements in Spain (Villafranca del Penedés), as affecting the characterization of machine performance.

MATERIAL AND METHODS

Three Garmin GPS antennas, models 17H, 17X (frequency 1Hz) and 18X (frequency 0.5Hz), were used and configured to obtain NMEA codes, (\$ GPGLL, \$ GPVTG, \$ PGRMM). NMEA codes were recorded by means of free-code software (Visual GPS Application®).

The antennas were installed in the center of four grape harvesters, on the cultivation line (backpack), during the campaigns of 2015 and 2016, in two farms located in the State of Rio Grande do Sul, Brazil (Lat. 30°47' S Long 55°10' W and Lat.31°24'S Long.53°45'W) (Figure 1a, red dots) and in 2016 in VillaFranca del Penedés, Spain (Lat 39°48'N Long 3°00'W).

Figure 1. Network GPS and GNSS in Rio Grande do Sul

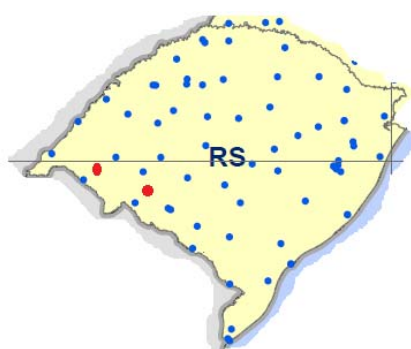


Figure 1a

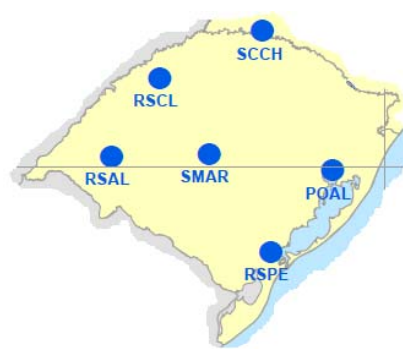


Figure 1b

For the treatment of the data, specific routines were developed in the MatLab environment (Mathworks Inc.) in order to obtain quality related information such as HDOP (Horizontal Dilution of Precision), signal quality (GPS or DGPS), number of accesible satellites and variation of the signal over time, composing the steps of Pre-analysis and Re-Analysis summarized in Figure 2a.

Figure 2. Developed steps and signal quality on field

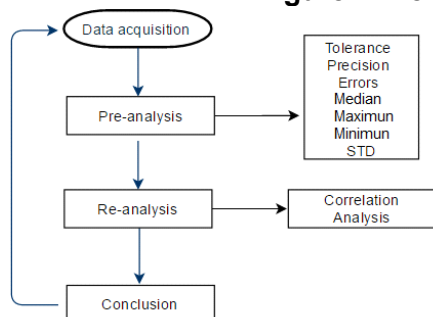


Figure 2a

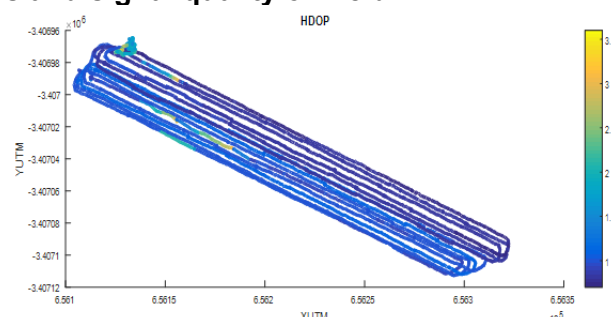


Figure 2b

In this study several HDOP tolerance values were set as 1 and 1.25 m based on inter-row distances in the vines; the tolerance level is fixed as half the distance between rows. Figure 2b, as an example, represents in colors the individual HDOP values (m) in a plot (Alma 3 in 2015, 17H antenna). Two particular features arise: firstly the HDOP error rose for a large period (6 lines above 1m and 6 lines below 1m), and secondly local areas with very large HDOP errors (above 2m) are also found (yellow dots).

The mean, median, maximum, minimum in HDOP, the total number of position points and time were calculated for each plot and work activity in a farm located in Brazil and a corresponding one in Spain, (see Table 1).



RESULTS AND DISCUSSION

Twelve fields of different plots were evaluated: eight in Brazil (two in 2015 and six in 2016), resulting in 29 hours of data; in Spain, 7.7h of recording corresponding to three fields were available. This data constitute the basis for machine performance analysis: field capacity (ha.h^{-1}), and field efficiency (in-line time over total duration).

Table 1. Pre-Analysis

Antenna	File	Tolerance (m)	Average HDOP error (m)	BRAZIL – 2015			Error Min	%> tol.	Records
				HDOP Std (m)	HDOP Error Median	HDO P Error Max			
17H	Alma3	1.25	0.983	0.319	0.9	3.6	0.7	8.5	12015
17H	Alma4	1.00	0.920	0.120	0.9	2.5	0.8	4.0	13470
BRAZIL – 2016									
18X	Alma2016(1)	1.25	0.893	0.092	0.9	1.4	0.7	0.5	7901
18X	Alma2016(2)	1.25	0.894	0.071	0.9	1.4	0.8	0.2	6619
18X	Seival2016(1)	1.25	0.900	0.005	0.9	1.0	0.9	0	376
	Seival2016(2)	1.25	0.900	0.063	0.9	1.2	0.8	0	1862
18X	Seival_2_2(1)	1.25	0.826	0.065	0.8	1.4	0.8	0.4	2456
18X	Seival_2_2(2)	1.25	0.976	0.136	0.9	1.4	0.8	6.2	1539
18X	Seival_2_2(3)	1.25	0.920	0.085	0.9	1.9	0.8	0.6	5052
SPAIN – 2016									
17X	Pellenc(1)	1.25	0.7955	0.104	0.8	1.0	0.7	0	9710
17X	Pellenc(2)	1.25	0.8249	0.076	0.8	1.0	0.7	0	13460
18X	Cabezamezada	1.25	0.9627	0.063	1.0	1.3	0.8	0.04	2409

It was noticed that position accuracy in Brazil was worse in the 2015 season with the use of the 17H antenna, compared to antenna 17X in Spain conditions (2016). Thus in 2015, between 4 and 8.5% of the points records (539 and 1021, 26 minutes) were above the defined tolerance regarding a full period of 425 min; which represents 0.16ha and 0.08ha with poor signal respect to 4.5ha; field capacity of 0.58 ha.h^{-1} and 0.51 ha.h^{-1} in Alma 3 and Alma 4 respectively (2.3km/h and 2.5km/h, with 2.5m and 2m vine distance respectively). For the second year (2016), with the use of the 18X antenna in Brazil, the total number of records above the tolerance was 188 (7.2% of total), equivalent to 6.3 min of records from a total of 860 minutes, which represents almost 0.06ha of work with poor signal considering a field capacity of 0.58 ha.h^{-1} (2.3 km/h and 2.5m vine distance). Our HDOP errors are far above those reported by Molin et al. (2011) under similar conditions. When analyzing the plots in Spain, it can be seen that the HDOP of the signal ranged from 0.8 to 1.0m with the 17X antenna, therefore, all the values obtained met the tolerance level (1.25m). Similarly, the results found with the 18X antenna indicated that only 0.04% of the time was above the tolerance, equivalent to 2s.

Figure 3. Minimum, median and maximum number of satellites accessed in the different plots.

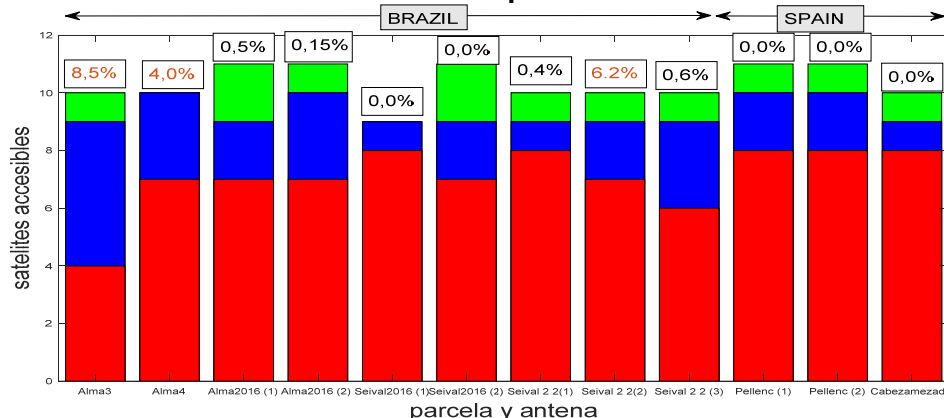




Figure 3 shows a bar plot indicating the minimum, median and maximum number of satellites accessible for each plot, antenna an country, also indicating the percentage of points above the HDOP tolerance level; the minimum number of satellites always being higher in Spain than in Brazil.

A correlation analysis (Table 2) reveals that the minimum number of accesible satellites during a task period is highly and negatively related with the number of points above the tolerance ($r=-0.74$) and the maximum error during the task ($r=-0.88$). This circumstance was more frequent in Brazil than in Spain, especially in 2015.

On the other hand having a large maximum HDOP error, as well as registering a significant number of data above the HDOP tolerance, highly correlated with the percentage of points with GPS quality (variable 4 in Table 2): $r=0.82$ and 0.71 respectively; remember that GPS quality is lower than for DGPS signal.

Table 2. Correlation Analysis

	Min. num. of Satellites (1)	Median num. satellites(2)	Max. num. of satellites(3)	GPSq (%)(4)	HDOP > tol. (5)	Median HDOP (6)	Average HDOP (7)	Maximum HDOP(8)
1	1.00							
2	0.26	1.00						
3	0.08	0.47	1.00					
4	-0.41	-0.61	-0.46	1.00				
5	-0.74	-0.17	-0.29	0.71	1.00			
6	-0.25	-0.43	-0.32	0.04	0.16	1.00		
7	-0.59	-0.52	-0.46	0.37	0.66	0.82	1.00	
8	-0.88	-0.11	-0.25	0.82	0.80	0.22	0.55	1.00

CONCLUSIONS

The main conclusion points to significant differences in positioning error between seasons and countries accounted by means of the average HDOP error (m) and percentage of points above HDOP tolerance. Positioning errors are assigned to constellation differences (mainly due to minimum of accessible satellites) related to GPS quality. A significant difference in the availability of GPS signal quality was found: 0% DGPS (100% GPS) in 2015 in Brazil, 99.9% DGPS for Brazil and Spain in 2016. Still relevant local variations in percentage of points above HDOP tolerance are found in Brazil 2016 (from 0% to 6.2%). The loss of DGPS signal can be withstand when the goal is characterization of tasks (machine performance $ha.h^{-1}$ and field efficiency) in permanent crops as vines, since vine distance is known above hand and ground speed is properly computed by the GPS, but it makes machine auto-guidance useless under current circumstances.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author gratefully acknowledges the financial support of CNPq.

REFERENCES

- Molin J.P., Povh. F.P., de Paula V.R., Salvi J.V. 2011. Engenharia Agrícola. v.31.1:121-129.
 IBGE - Brazilian Institute of Geography and Statistics. Geociências. 2017. [online] Available: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia>
 Smith. C.M., K.C. Dhuyvetter, T.L. Kastens, D.L. Kastens, L.M. Smith. 2013 Journal of the ASFMRA
 Sejas M.I., Saatkamp E.D., Junior J.F. 2013. Rev.Bra.Geo. v.1. 1:8-16.



ALGUNOS RIZOBIOS VAN ARMADOS PARA LUCHAR CONTRA OTRAS BACTERIAS Y PARA INTERACCIONAR CON LEGUMINOSAS

Valle, Daniel; Salinero, Álvaro; Pacheco, Alba

Tutor: Rey, Luis

Departamento de Biotecnología y Biología Vegetal (E.T.S. Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas) y Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas (CBGP). Universidad Politécnica de Madrid. danval01@ucm.es

RESUMEN

Los rizobios son bacterias del suelo que pueden interaccionar con leguminosas específicas y multiplicarse en estructuras radiculares especializadas llamadas nódulos. En los nódulos las bacterias realizan la fijación biológica de nitrógeno proporcionando una ventaja a estas plantas para crecer en medios pobres en nitrógeno. La relación entre los rizobios y las leguminosas es específica y está mediada por diferentes señales químicas intercambiadas entre los actores. Una de esas señales son proteínas llamadas efectores, que secretan las bacterias al citoplasma vegetal. Se han descritos diferentes sistemas de secreción y uno de ellos se denomina sistema de secreción tipo VI (T6SS). Los T6SS actúan como nanopistolas y pueden disparar efectores que pueden matar a otras bacterias. Este trabajo presenta la importancia del T6SS de *Rhizobium etli* Mim1, en la simbiosis con judías, leucenas y mimosas y frente a otras bacterias.

Palabras clave: Simbiosis, efector, secreción

INTRODUCCIÓN

Las relaciones entre microorganismos, y, entre éstos y plantas, son gran de relevancia en el desarrollo vegetal. En particular se puede destacar el papel de las bacterias denominadas rizobios en la agricultura por su aporte de nitrógeno a las plantas de la familia *Fabaceae* (*Leguminosae*). Los rizobios, habitantes del suelo, fijan nitrógeno atmosférico cuando se asientan en estructuras especializadas de las raíces de leguminosas llamadas nódulos. El nitrógeno es aprovechado por las plantas a cambio de proporcionar fotosintatos a la bacteria. La interacción rizobio-leguminosa es altamente específica, es decir, sólo determinados rizobios son compatibles con determinadas leguminosas. Entre los determinantes genéticos de los rizobios que intervienen en dicha compatibilidad se encontraría la secreción de proteínas desde el rizobio a la célula vegetal por un sistema de secreción denominado sistema de secreción tipo VI (T6SS). Este sistema se ha descrito inicialmente en patógenos animales y vegetales (Mougous et al., 2006, Pukatzki et al., 2006). Las proteínas que se secretan se llaman efectores y se ha demostrado que el T6SS actúa también en la competencia entre bacterias (Bernal et al., 2017). En este trabajo se presentan los resultados del papel del T6SS de *Rhizobium etli* bv mimosae Mim1 aislado de nódulos de *Mimosa affinis* y capaz de nodular además *Phaseolus vulgaris* y *Leucaena leucocephala* (Rogel et al., 2014).

MATERIAL Y MÉTODOS

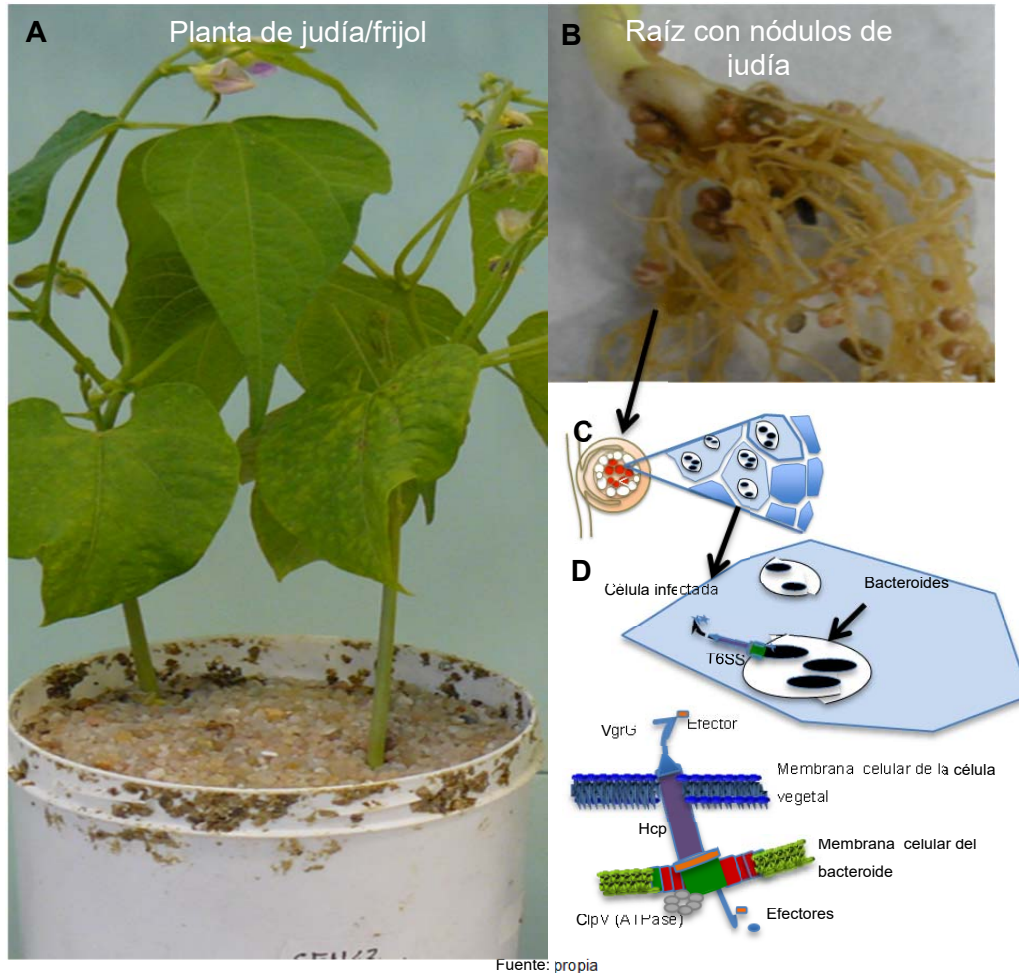
Cepas y condiciones de cultivo de plantas y microorganismos

La cepa de trabajo es *Rhizobium etli* Mim1, aislada de plantas de *Mimosa affinis* en México (Rogel et al., 2014).

Las semillas de *Phaseolus vulgaris* y de *Leucaena leucocephala* se desinfectaron con lejía al 12.5% tras sumergirse un minuto en etanol para eliminar contaminaciones. Tras lavarse con abundante agua estéril se dejaron germinar 3 días a 25°C en oscuridad. Una vez germinadas dichas semillas, crecieron en invernadero en macetas de plástico (Fig. 1A) con solución Leonard (Vincent, 1970) y en condiciones bacteriológicamente controladas, añadiendo 1 ml de cultivo en fase estacionaria por semilla.

Los cultivos microbianos de rizobios se incubaron a 28°C en medio YMB (Yeast Mannitol Broth; Vincent, 1970) y TY (Tryptone Yeast; Beringer, 1974).

Figura 1. Esquema de la estructura de un T6SS en bacteroides de judía. A. Sistema de nodulación en condiciones bacteriológicamente controladas. B. Detalle de la raíz con nódulos esféricos. C. Dibujo de un corte de nódulo con células vegetales infectadas por bacteroides. D. Dibujo de un T6SS en un bacteroide con detalle estructural del T6SS.



Construcción de mutantes

La construcción del mutante en el gen *hcp* se realizó mediante la amplificación por PCR de una región interna del gen de interés que se clonó primero en el vector pCR®2.1-TOPO® y posteriormente en el vector pK18mobSac (Schäfer et al., 1994). La mutación se incorporó al genoma mediante recombinación homóloga. La delección de los genes *tssA-tagE* por un lado y del gen *tssM* por otro se realizó por amplificación de las zonas flanqueantes mediante PCR, que se combinaron con un gen de resistencia a espectinomicina que sustituyó la zona delecionada. Las construcciones se obtuvieron en el vector pCR®2.1-TOPO® y se continuó como con el mutante en *hcp*. Todos los mutantes obtenidos fueron comprobados mediante PCR.

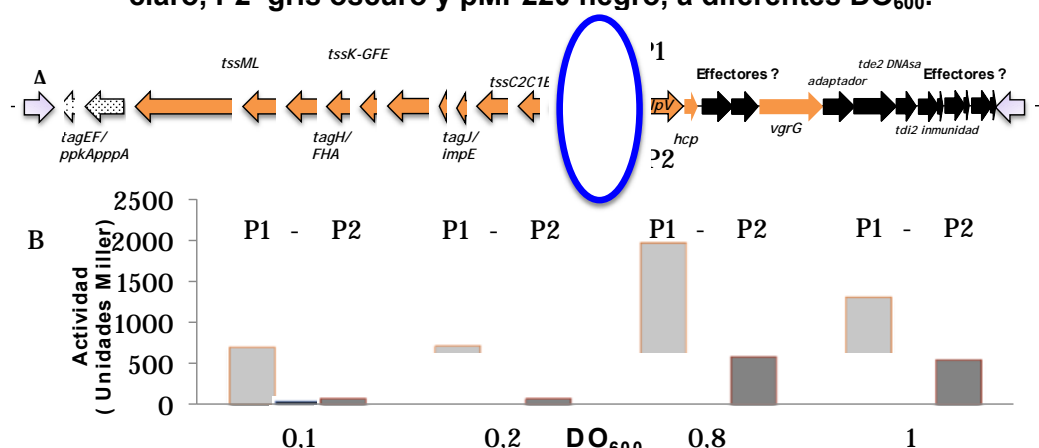
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El genoma de la cepa de estudio *R. etli* Mim1 ha sido secuenciado (Rogel et al., 2014) y tiene anotada, en el plásmido f no simbiótico, una región de ADN con 28 genes que codificarían para un T6SS (Fig. 2) y que consiste en dos operones divergentes. Muchos de estos genes codifican para elementos estructurales del sistema de secreción que es similar a la nanojeringa que utilizan algunos fagos para inyectar su ADN a bacterias



(Silverman et al., 2012). El gen *hcp* codificaría para un túbulo interno del sistema de secreción, los genes *tssBC* para la envuelta externa de la nanojeringa y otros para elementos de anclaje a las membranas (*tssAEFGJML*) (Fig. 2 A). Entre los dos operones del sistema existe una región de 230 pb que contendría una región promotora. Con objeto de estudiar las condiciones de expresión de esta región promotora se ha realizado una fusión transcripcional a un gen β -gal delator sin promotor del vector pMP220 (Spaink et al. 1987) en las dos posibles orientaciones. Una de las orientaciones (P1) controlaría la expresión de genes como *hcp* y posibles efectores, y la otra orientación (P2) la de otros genes estructurales. Los resultados mostraron que ambas orientaciones se expresaban a altas DO_{600} (0,8-1) aunque los valores de P1 fueron entre dos y tres veces superiores a los de P2. Sin embargo a bajas DO_{600} (0,1-0,2) la actividad de P1 se redujo a la mitad y la de P2 a niveles del control sin promotor. La región clonada se muestra en la Fig.2A y los datos de expresión en la Fig.2B.

Figura 2. Expresión del promotor del T6SS de *R. etli* Mim1 en medio YMB.
A. Organización génica. Con un círculo se señala la posible región promotora entre *tssA* y *clpV* fusionada al gen *lacZ* del vector pMP220 en las dos posibles orientaciones, P1 y P2. Los genes con trama de puntos son reguladores, los rayados posibles efectores y el resto genes estructurales **B. Actividades de P1 gris claro, P2 gris oscuro y pMP220 negro, a diferentes DO_{600} .**



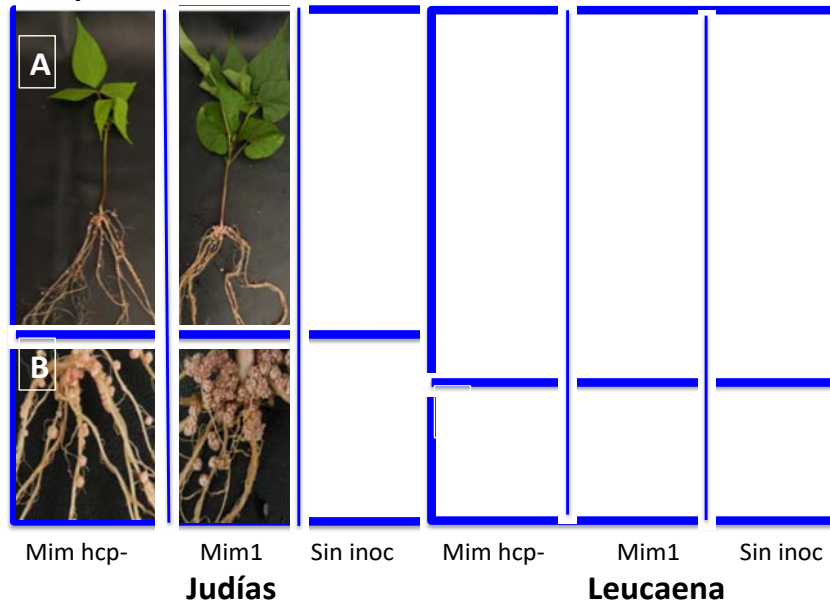
Se ha descrito para varios microorganismos que el gen *hcp* y otros genes estructurales son esenciales para formar un T6SS activo (Wu et al., 2012). Para conocer el papel del T6SS en simbiosis se han realizado 3 mutantes que afectan a genes estructurales del T6SS de Mim1, uno en el gen *hcp*, otro en *tssM* y el tercero es una delección (*tssA-tagE*) de todos los genes presumiblemente dependientes de P2. Al examinar el fenotipo producido en *P. vulgaris* y *L. leucocephala*, se observó que los tres mutantes produjeron

Tabla 1. Fenotipo simbiótico de la cepa Mim1 Hcp con judías

Inóculo	Peso de nódulos judía	Peso seco de plantas judía
Control (-)	-	0,415
Mim1	0,702	1,059
Mim1 Hcp	0,235	0,392

nódulos blancos y plantas con un porte similar a plantas no inoculadas, con menor tamaño que las inoculadas con la cepa parental y con un color más amarillento. Las imágenes de judías y leucenas inoculadas con el mutante Hcp se muestran en la Fig. 3 y los datos los datos correspondientes al peso de judías y nódulos se recogen en la Tabla 1.

Figura 3 . Fenotipo simbiótico de la cepa mutante *hcp* de *R. etli* Mim1 frente a la cepa parental. Los resultados se obtuvieron a las 5 semanas post-inoculación. A. plantas completas. B. detalle de los nódulos. Sin inoc: control sin inocular.



CONCLUSIONES

El T6SS de *R. etli* Mim1 se induce en vida libre, preferentemente a altas densidades en medio YMB. En estas condiciones existe una mayor expresión de los genes transcritos en la dirección de *clpV* que los que lo hacen en la dirección opuesta como *tssA*. La presencia de un T6SS activo en *R. etli* Mim1 es importante para la nodulación efectiva de judías y leucaenas. Puede ser importante conocer el tipo de efectores de un rizobio que se seleccione para producir inoculantes efectivos y competitivos que disminuyan el uso de fertilizantes químicos.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor José Manuel Palacios por su apoyo y ayuda imprescindibles. Este trabajo está financiado por el MINECO (Ref.: BIO2013-43040) y por la UPM (AL16-PID-06).

BIBLIOGRAFÍA

- Beringer, JE, 1974. R factor transfer in *Rhizobium leguminosarum*. *J Gen Microbiol*84: 188-198
- Bernal, P., Allsopp, L. P., Filloux, A., & Llamas, M. A. (2017). *The ISME Journal*, doi:10.1038/ismej.2016.169
- Mougous, J.D., Cuff, M.E., Raunser, S., Shen, A., Zhou, M., Gifford, C.A., Goodman, A.L., Joachimiak, G., Ordoñez, C.L., Lory, S. and Walz, T., 2006. *Science*, 312(5779), pp.1526-1530.
- Pukatzki S, Ma AT, Sturtevant D, Krastins B, Sarracino D, Nelson WC, Heidelberg JF, Mekalanos JJ. 2006 PNAS. 103:1528-33.
- Rogel, MA, Bustos P, Santamaría, RI., González, V., Romero, D., Cevallos, M.Á., Lozano, L., Castro-Mondragón, J., Martínez-Romero, J., Ormeño-Orrillo, E. and Martínez-Romero, E 2014. *BMC Genomics* 15:575
- Schäfer A., Tauch A., Jäger W., Kalinowski J., Thierbach G. and Pühler A. 1994. *Gene*, 145: 69-73.
- Silverman J.M., Brunet Y.R., Cascales E. and Mougous J.D. 2012. *Annu. Rev. Microbiol.*, 66: 453-472.
- Spaink, H.P., Okker, R.J., Wijffelman, C.A., Pees, E. and Lugtenberg, B.J., 1987 *Plant Mol Biol*, 9:27-39.
- Vincent J.M. 1970. *IBP Handbook*. Blackwell, Oxford, UK.
- Wu, Chih-Feng, Jer-Sheng Lin, Gwo-Chyuan Shaw, and Erh-Min Lai. 2012. *PLoS Pathog.* 8:1-18



INFLUENCIA DE LA FACILIDAD DE PARTO EN LA FERTILIDAD POSTERIOR, LA MORTALIDAD EN EL PRIMER MES DE VIDA Y EL PESO AL DESTETE EN GANADO VACUNO DE RAZA PIRENAICA.

Salas-Igea, Ignacio

Tutores: Alenda, Rafael; López-Paredes, Javier

Departamento de Producción Agraria. E.T.S.I.A.A.B. Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

Correo electrónico: ignacio.salasi@alumnos.upm.es

RESUMEN

Se ha estudiado la influencia fenotípica que presenta el carácter facilidad de parto sobre la fertilidad, la mortalidad en el primer mes de vida y el peso al destete. Para ello se ha utilizado la información proporcionada por la Confederación de Asociaciones de Ganado Vacuno Pirenaico (CONASPI). Mediante un modelo lineal generalizado (glm), se determinó la influencia media de la facilidad de parto sobre los caracteres antes especificados y su nivel de significancia, corrigiendo por los efectos fijos estación del año, número de parto y unidad de manejo rebaño-año. Se obtuvieron diferencias significativas en los tres caracteres según la facilidad de parto. De esta manera, corrigiendo los resultados por los efectos fijos, un parto difícil supone de media +15,3 días de intervalo entre partos, +14,6% de mortalidad en el primer mes de vida y - 4,0 kg de peso al destete frente a uno fácil.

Palabras clave: *Facilidad de parto, mortalidad, fertilidad.*

INTRODUCCIÓN

La facilidad de parto es uno de los caracteres más valorados por los ganaderos a la hora de adquirir reproductores. Existe una conciencia generalizada de la importancia económica y logística de este carácter para una explotación de régimen extensivo y especialmente en casos de parideras continuas por la dificultad de supervisar y asistir los partos.

El objetivo de este trabajo es analizar el valor económico de este carácter, estudiando la influencia que tiene sobre tres caracteres con peso económico propio: la fertilidad (medida a través del intervalo entre partos), la mortalidad en el primer mes de vida del ternero y el valor del ternero destetado (medido a través del peso al destete).

MATERIAL Y MÉTODOS

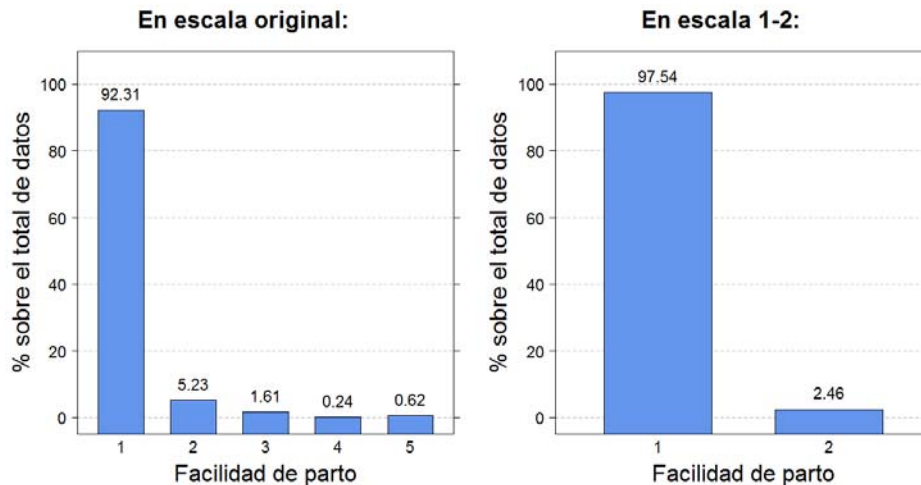
Para el estudio se han usado los datos procedentes de la base de datos de la Confederación de Asociaciones de Ganado Vacuno Pirenaico (CONASPI) que incluye el registro genealógico que almacena los partos con fecha, padre y madre, y facilidad de parto, el registro de bajas con fecha y causa de la baja, y el registro de pesadas que incluye pesos al nacimiento y pesadas periódicas de todos los animales. La población de referencia utilizada corresponde a los datos disponibles entre los años 2000 y 2016, que incluyen la clasificación de la facilidad de parto, y pertenecientes a las explotaciones con un mínimo de 20 datos y con al menos un 3% de partos difíciles en novillas. Adicionalmente, se ha asignado a cada parto un grupo de manejo definido por el rebaño y el año de parto (RA) y se han filtrado los datos manteniendo aquellos grupos RA con al menos 5 observaciones. Esta población de referencia incluye un total de 69.019 partos de 17.337 vacas nodrizas pertenecientes a 282 explotaciones.

Los datos de facilidad de parto son tomados por los ganaderos según una escala que va del 1, que corresponde a parto sin ayuda, hasta el 4, que indica necesidad de cesárea. Los valores intermedios 2 y 3 indican la necesidad por parte del ganadero de asistir el



parto sin emplear y empleando medios mecánicos, respectivamente. Adicionalmente se marca como 5 aquellos casos de mala presentación del ternero (Daza, 2014). Para simplificar el análisis y compensar el reducido número de datos clasificados como 3, 4 y 5, se han unido estas categorías en una sola y los partos 1 y 2 en otra, resultando una nueva escala en la que el 1 indica “sin dificultad o dificultad leve” y el 2 “dificultad severa al parto”. Estos datos son los que corresponden a la variable FP (facilidad al parto). La figura 1 representa la proporción de datos de facilidad de parto (en la escala original y transformada) de la población de referencia.

Figura 1. Distribución de datos de facilidad de parto en la población de referencia.



* En escala original, facilidad de parto definida como 1 (parto sin ayuda), 2 (ayuda ligera), 3 (ayuda con empleo

de medios mecánicos), 4 (cesárea) y 5 (mala presentación del ternero).

* En escala 1-2, se han agrupado en 1 las categorías 1 y 2 de la escala original, y en 2 las categorías 3, 4 y 5.

Como medida de la fertilidad se ha usado en este trabajo el carácter intervalo entre partos (IEP). Este se ha definido como la diferencia en días entre cada parto y el siguiente de la misma vaca dentro del intervalo entre 300 y 800 días, de acuerdo con la definición dada por Berry y Evans (2014). El carácter mortalidad (MORT) ha sido definido como una variable categórica binaria en la que el 1 indica que el ternero murió en el primer mes de vida y el 0 se aplica al resto de partos. Para realizar el análisis se han excluido los datos correspondientes al año 2016 y se han filtrado las explotaciones, seleccionando aquellas que presentan en el periodo 2000 – 2015, un porcentaje de mortalidad igual o mayor al 3%.

Por último, el peso al destete (PD) se ha definido como el resultado de la última pesada disponible de cada animal entre los 170 y 250 días de edad. De nuevo, para eliminar datos erróneos se ha decidido filtrar los datos de pesadas aceptando únicamente aquellos que se sitúan entre los 110 y 445 kg si pertenecen a machos, o entre 105 y 370 kg si son hembras.

La tabla 2 muestra el número de datos, medias y desviaciones típicas, desglosadas en función de la facilidad de parto para los 3 caracteres que hemos definido para su análisis: el intervalo entre partos, la mortalidad del ternero y el peso al destete.



Tabla 2. Número de datos, explotaciones y medias en relación a la facilidad de parto de los caracteres analizados.

Carácter	Número de datos	Número de rebaños	Facilidad de Parto ²	Sexo	Media del carácter	Desviación típica
Intervalo entre partos. (días)	48.909	280	1		416,5	99,24
			2		428,8	103,80
Mortalidad ¹ (%)	7.133	16	1		6,4 %	-
			2		27,6 %	-
Peso al destete (kg)	18.204	209	1	M	277,3	59,3
				H	237,3	46,0
			2	M	268,4	62,9
				H	234,1	47,9

¹ Expresada aquí como porcentaje de muertes en el primer mes respecto al total de nacimientos.

² El 1 indica parto fácil o dificultad leve y el 2 dificultad severa al parto.

En los análisis, se han utilizado adicionalmente las variables: estación del año en que se ha producido el parto (EST), sexo del ternero (SX) y edad a la pesada (EP), para corregir los datos. También se ha usado el número de parto (NP) definido como una variable categórica en la que el 1, 2, y 3 indican respectivamente el primer, segundo y tercer parto de cada vaca, y el 4 agrupa todos los partos posteriores.

Para cuantificar la influencia de la facilidad de parto sobre los tres caracteres: IEP, MORT y PD, se han realizado análisis de varianza (ANOVA) basados en modelos lineales generalizados (glm). Para cada carácter se han propuesto 2 modelos: uno considerando sólo los datos provenientes de novillas y otro incluyendo todos los datos disponibles. Los modelos y resultados se han obtenido usando los paquetes car (Fox y Weisberg, 2011) y lsmeans (Russell, 2016) de R (versión R-3.2.3).

Para los análisis de IEP y MORT, se han incluido en los modelos los efectos fijos EST y RA en los modelos de datos de novillas. Al incluir todos los datos se ha añadido una corrección por el número de parto (NP). La mortalidad, se ha analizado mediante un modelo binomial a través de la transformación "Logit" (Presnell, 2000; Azzam et al. 1993). Por último, para el análisis PD, se han incluido los efectos fijos SX y RA, y se han corregido los datos de pesadas mediante una regresión lineal con EP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1, podemos observar una elevada proporción de partos sin ayuda (92,3 %), lo cual contrasta con los datos obtenidos por Phocas y Laloe (2003): 56,0 % de partos sin asistencia, con un volumen de datos considerablemente mayor (246.576 partos). Sin embargo, sí se identifican los resultados aquí obtenidos con los procedentes del estudio de Eriksson et al. (2004): 89,5 – 93,4 % de partos sin asistencia en multíparas. Ambos estudios fueron realizados en poblaciones de Charolais. Estos dos ejemplos unidos a los resultados de este estudio nos hacen pensar que pueden existir diferencias en el manejo (en lo referente a la asistencia al parto), tales que hacen incomparables los resultados de un estudio con otro. Sin embargo, esto no significa que no tenga utilidad el análisis de este carácter siempre que se pueda suponer un manejo similar dentro de la población de referencia. En este estudio podemos aceptar esta hipótesis gracias a la limitación geográfica de las explotaciones incluidas en el estudio (todas ellas se concentran en Navarra, País Vasco, Aragón y Cataluña) y su interconexión a través de las asociaciones que integra CONASPI. Para cada modelo se realizó un análisis de varianza que nos permite estudiar el nivel de significancia de cada parámetro obtenido. Considerando un nivel de significancia $\alpha = 0,05$ se obtuvieron diferencias significativas entre partos difíciles y fáciles en todos los modelos excepto el correspondiente al intervalo entre parto en



novillas. Posteriormente, se ha realizado una comparación de medias para cada carácter en función de la facilidad de parto. Esto nos permite obtener un valor real y cuantitativo de la influencia de este carácter sobre los caracteres anteriormente especificados. Según los modelos de los partos de novillas, la diferencia que supone un parto difícil respecto a uno fácil, corrigiendo los datos por los efectos antes especificados para cada modelo, es de media: + 11,4 días de IEP (no significativa $\alpha = 0,05$), + 10,7% de probabilidad de ocurrir una muerte en el primer mes de vida (significativa) y -9,3 kg al destete (significativa). Tomando en cuenta a toda la población y añadiendo el efecto NP, los resultados obtenidos han sido: + 15,3 días de IEP, + 14,6% de MORT y -4,0 kg de PD (todos ellos significativos para $\alpha = 0,05$). En la tabla 3 se incluyen los resultados del cálculo de medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Tabla 3. Medias ajustadas por mínimos cuadrados de los modelos propuestos.

Carácter	Datos utilizados	Tipo de parto	Media Ajustada por mínimos cuadrados (desviación típica)
Intervalo entre partos (días)	Novillas	1	448,9 ^a ($\pm 1,5$)
		2	460,3 ^a ($\pm 6,6$)
	Todos los partos	1	427,6 ^a ($\pm 0,6$)
		2	442,9 ^b ($\pm 3,0$)
Mortalidad en el primer mes de vida (%)	Novillas	1	11,0 ^a ($\pm 0,8$) %
		2	21,7 ^b ($\pm 2,8$) %
	Todos los partos	1	6,9 ^a ($\pm 0,5$) %
		2	21,5 ^b ($\pm 1,8$) %
Peso al destete (kg)	Novillas	1	243,0 ^b ($\pm 0,9$)
		2	233,7 ^a ($\pm 4,1$)
	Todos los partos	1	253,0 ^b ($\pm 0,5$)
		2	249,0 ^a ($\pm 2,0$)

* Los grupos indicados por los superíndices a y b indican la existencia o no de diferencias significativas para un nivel de confianza $1 - \alpha = 0,95$. Valores pertenecientes al mismo grupo no presentan diferencias significativas entre sí.

* El tipo de parto está expresado como: parto fácil o con dificultad leve (1) y parto difícil (2).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en los análisis nos permiten cuantificar según tres criterios objetivos el peso económico del carácter facilidad de parto para la población de vacuno de raza Pirenaica usada en este estudio. En trabajos posteriores se podrá obtener, a partir de los resultados de este estudio, un valor económico de la dificultad al parto.

AGRADECIMIENTOS

A la Confederación de Asociaciones de Ganado Vacuno Pirenaico por facilitar los datos utilizados en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Azzam S.M., Kinder J.E., Nielsen M.K., Werth L.A., Gregory K.E., Cundiff L.V., Koch R.M. 1993. J. Anim. Sci. 71: 282-290.
- Berry D.P., Evans R.D., 2014. J. Anim. Sci. 92: 1412 – 1422.
- Daza Andrada A., Vacuno de carne con criterios económicos. 2014. 4: 97.
- Eriksson S., Näsholm A., Johansson K., Philipsson J. 2004. J. Anim. Sci. 82: 375–383.
- John Fox, Sanford Weisberg, 2011. An {R} Companion to Applied Regression, Second Edition. Thousand Oaks CA: Sage. URL: <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion>.
- Phocas, F., Laloe, D. 2003. J. Anim. Sci. 81: 933–938
- Presnell, B. 2000. An introduction to categorical data analysis using R. 4: 17 – 21. [Online.] Disponible en: <http://www.stat.ufl.edu/~presnell/Courses/sta4504-2000sp/R/R-CDA.pdf>
- Russell V. Lenth, 2016. Journal of Statistical Software, 69(1): 1-33.



WORKING WITH PEOLPE - DIRECTRICES VOLUNTARIAS PARA LA GOBERNANZA DE LA TIERRA FAO: ANÁLISIS CASOS REALIZADOS EN COLOMBIA.

Vidal, Nadia ¹

Tutores: De los Ríos, Ignacio ¹; Castañeda, Rodrigo ²

¹Departamento de Ingeniería Agroforestal. E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas.

Universidad Politécnica de Madrid. ²Partnership Unit (OPCP). Food and Agriculture Organization of the United Nations

nc.vidal@alumnos.upm.es

RESUMEN

Colombia sigue en conflicto, generado por la tenencia de la tierra; por lo cual el gobierno colombiano con apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) busca ponerle fin, implementando las Directrices Voluntarias sobre la Gobernanza de la Tierra (DVGT), mediante Programas y Proyectos Regionales de Desarrollo y La Paz. El presente trabajo analiza si la implementación de las DVGT está sintetizado en el modelo “Working With People”, para la mejora de la gobernanza de la tierra y eliminación del conflicto, basándose en los trabajos ejecutados por la FAO en Colombia. Los resultados muestran que faltan componentes para estar bajo el enfoque “Working With People”, y propone que las DVGT lo adopten como alternativa para ejecutar proyectos de desarrollo rural en las áreas de conflicto colombianas, debido a que aumenta la confianza en las personas involucradas.

Palabras clave: *Gobernanza, conflicto, Working With People.*

INTRODUCCIÓN

Colombia es un país que durante más de 50 años ha estado en conflicto armado, incrementado el número de víctimas, muertes, desalojos forzosos, inseguridad alimentaria, pobreza, desigualdad de género, maltrato infantil, entre otros problemas sociales. Al ser este un tema de importancia internacional, y que no solo es evidente en Colombia (Red Territorios por la Paz, 2017), y que además conlleva a un problema de tenencia de tierras como consecuencia y a causa de una gobernanza débil (FAO y CFS, 2012); la FAO decidió, crear las Directrices Voluntarias sobre la Gobernanza de la Tierra (DVGT), ratificadas en el año 2012. Las cuales plasman una guía sobre cómo obtener una adecuada gobernanza de la tierra que, los países miembros a las Naciones Unidas (ONU) pueden adoptar voluntariamente (FAO y CFS, 2012). El gobierno colombiano ha intentado en sus diferentes direcciones poner fin al conflicto por medio de acuerdos con los diferentes grupos armados de Colombia; según Jerson Iván Arias (Red Territorios por la Paz, 2017), algunos con resultados fructíferos, y otros que han conseguido, por el contrario, el fortalecimiento de los grupos armados. El actual gobierno, decidió incorporar las DVGT como estrategia del Plan Nacional de Desarrollo (PND), para lo cual pidió acompañamiento y asesoría a la FAO (Labatut y González, 2017). Gracias a la FAO y Unión Europea (U.E), se han desarrollado proyectos y programas que han permitido la implementación de las DVGT, con miras a la terminación del conflicto y luego entrar a un proceso de construcción de paz; como se estipula en el PND (Baribbi y Spijkers, 2011).

Aunque la voluntad del gobierno colombiano y el trabajo de la FAO se ve reflejada en estos proyectos (Baribbi y Spijkers, 2011), se evidencia la falta de articulación y apropiación de estos por parte de la sociedad, un vínculo entre sociedad y los proyectos que demuestre la compenetración entre los mismos. Según Cazorla et al., (2013), la vinculación de la sociedad en los proyectos hace que estos sean sostenibles en el tiempo; por ello desarrollaron el modelo “Working With People” (WWP). Un modelo basado en la interacción de sus tres componentes: ético-social, político-contextual y técnico-empresarial, dentro de un aprendizaje social, que propone que los proyectos de



desarrollo deben ser elaborados por las personas y no para las personas (Cazorla et al., 2013).

Dado esto, el presente trabajo analiza la implementación de las DVGT en el territorio colombiano, bajo el enfoque WWP, para proponer un nuevo modelo aplicable a los proyectos de desarrollo rural en áreas de conflicto colombianas, y lograr la eliminación de este. Sin darle la oportunidad de que vuelva a aparecer; gracias al compromiso generado en la sociedad hacia el proyecto, la tierra, la prosperidad y, lograr construir una paz sostenible.

1. DIRECTRICES VOLUNTARIAS PARA LA GOBERNANZA - FAO

Las DVGT son una guía para que los países miembro de la ONU, mejoren la gobernanza de sus territorios; debido a que ésta es elemental para subsanar los problemas relacionados con seguridad alimentaria, pobreza, estabilidad social, crecimiento económico (FAO y CFS, 2012), todos provenientes de una mala gestión de tierras (FAO, 2002). La tierra es la base principal de todo, es “la fuente de alimento y refugio, la base de las prácticas sociales, culturales y religiosas, y un factor central en el crecimiento económico” (FAO y CFS, 2012). Por ende, si ésta y sus derechos no están bajo unas normas establecidas de uso, se convierten en focos vulnerables de delitos, actividades ilícitas, pobreza, degradación ambiental, conflictos generan los conflictos (Boudreaux, 2010).

Debido a esto la FAO genera las DVGT, y lograr que los países incluyan en sus políticas, normas y leyes que conduzcan a una gobernanza fuerte de sus territorios (FAO y CFS, 2012). Cabe resaltar el hecho de que las DVGT son coherentes con los instrumentos internacionales y regionales, como lo eran en su momento los Objetivos de Desarrollo del Milenio (FAO y CFS, 2012), y como lo son los actuales Objetivos de Desarrollo Sostenibles. Y se basan en 5 principios rectores: i) dar reconocimiento y respetar a todos los titulares legítimos y sus derechos de tenencia; ii) salvaguardar los derechos legítimos de tenencia frente a las acciones que puedan amenazarlos; iii) promover y facilitar el goce de los derechos legítimos de tenencia; iv) proporcionar acceso a la justicia para hacer frente a las violaciones de los derechos de tenencia; y v) prevenir las disputas relacionadas con la tenencia, los conflictos violentos y la corrupción. Los actores no estatales (tales como las empresas comerciales) tienen la responsabilidad de respetar los derechos humanos y los derechos legítimos de tenencia (FAO y CFS, 2012).

2. COLOMBIA Y LAS DIRECTRICES VOLUNTARIAS PARA LA GOBERNANZA

Colombia es uno de los países que lleva más tiempo en conflicto y aunque no se sabe con exactitud la fecha de inicio de este, varios autores concuerdan en que se origina debido a las disputas políticas, obteniendo como respuesta “organizaciones de autodefensas campesinas que luchan por la propiedad de la tierra y la defensa de la vida” (Sánchez et al., 2003). Guardando proporción a lo señalado por Claude Lefort (citado por Vargas, 1999), quien dice que “La representación política remite a la imagen de pluralidad y de unidad a la vez... tiene como consecuencia una legitimación tácita del conflicto dentro de la sociedad...” Estas organizaciones al estar definidas según su “origen social, proyectos políticos-ideológicos, estructura organizacional, táctica de guerra, arraigos regionales, tipo de relación con la población, entre otros” (Tawse-Smith, 2009); ha conducido al gobierno colombiano no solo a luchar contra un grupo armado, sino contra varios. Agregándole la aparición del narcotráfico a mediados de los 80 (Vargas, 1999), el cual dio estabilidad económica a estos grupos (Sánchez et al., 2003). Generando crecimiento en fuerzas militares y tipos de enfrentamiento (Sánchez et al., 2003), que llevaron no sólo al debilitamiento del gobierno, sino también al aumento de número de víctimas en el país (Tawse-Smith, 2009). Es de suma importancia resaltar, que estos



acontecimientos surgen en espacios rurales, abandonados políticamente, ya que lograr un “control poblacional y territorial...” (Vargas, 1999) es más fácil. Los departamentos del Tolima, César, Casanare, Caquetá, Córdoba, Meta, Guaviare, Putumayo, y la parte sur de Bolívar y Antioquia (Velásquez, 2009), son algunos de los ejemplos de zonas más vulnerables a estas “colonizaciones” y por consecuencia los más afectados.

También, cabe recalcar que los gobiernos de Colombia han ejecutado acciones encaminadas a la “construcción de una paz sostenible y duradera” (Restrepo, 2016). En el periodo dirigido por Juan Manuel Santos se retomó, según lo expuesto en el PND, poner en marcha un proceso de paz; del cual se obtuvo un “Acuerdo General para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera” (Gobierno Nacional, 2016), acorde a las políticas y estrategias que el PND (2014) propone (Restrepo, 2016). Para esto pidió acompañamiento de la FAO y la incorporación las DVGT (Labatut y González, 2017), las cuales son coherentes y conducen a lo estipulado en el PND (2014 - 2018) (DNP, 2014).

Gracias al acompañamiento de la FAO y la U.E, se han desarrollado los Programas y Proyectos Regionales de Desarrollo y Paz, que promueven la incorporación de las DVGT, para la implementación de la Reforma Rural Integral (FAO, 2016) del Acuerdo General para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera. Estos proyectos se ejecutan en zonas vulnerables de Colombia, como iniciativas de gestión del territorio “...de tipo económico, ambiental, cultural, étnico...” (Baribbi y Spijkers, 2011). Buscando fortalecer las plataformas de dialogo, obtener estrategias de manejo de conflicto, y procesos de restitución de tierras (FAO, 2016). A través de cátedras, talleres y capacitaciones, se han logrado sensibilizar a 750 personas de actores claves y “capacitar a más de 80 líderes sociales la realización de un plan de trabajo que incluye a las DVGT como parte de su agenda” (FAO, 2016). Así como el apoyo a 1.214 familias, con la implementación de proyectos productivos, y a 2.826 familias en los procesos de restitución de tierras (FAO, 2016). Así mismo se han logrado establecer Zonas de Reserva Campesina, las cuales permiten definir propuestas de ordenamiento territorial y de desarrollo regional y rural, que conllevan a una vida digna de las familias de la zona (Baribbi y Spijkers, 2011).

Esto motiva a seguir incorporando las DVGT al territorio colombiano, y más cuando se ve la intención por parte del gobierno por continuar con este progreso. Aunque si bien los proyectos de la FAO estiman a tener una fase inicial de 12 años, se espera que las soluciones y proyectos estén enfocados a encontrar un sostenibilidad en el tiempo, y no solo dar respuestas puntuales, como ha solido hacer el gobierno colombiano.

3. WORKING WITH PEOPLE – WWP

El modelo WWP, se basa en tres componentes fundamentales: ético-social, político-contextual y técnico-empresarial, los cuales a partir de su interacción generan un aprendizaje social (De los Ríos et al, 2014); y el cual propone que los proyectos de desarrollo deben ser elaborados por las personas y no para las personas (Cazorla et al., 2013). Según los creadores del WWP, el hecho de cumplir los 4 principios: a) respeto y primacía para el pueblo; b) garantizar un bienestar social y desarrollo sostenible; c) enfoque multidisciplinar y “de abajo hacia arriba”, y d) enfoque endógeno e integrado, a las personas; y de que los 3 componentes estén presentes e interactúen generando un aprendizaje social, hace de este modelo una nueva forma de ejecutar proyectos de desarrollo rural sostenibles (Cazorla et al., 2013).

Analizando la incorporación de las DVGT en Colombia, se evidencia que en los tres componentes están presentes e interactúan entre sí. Aunque la forma de involucración de los campesinos (ético – social), no está basada en el enfoque “de abajo hacia arriba”. Esto se evidencia, dado a que estos sólo son una parte del proyecto, y no un agente activo que brinde la relación “conocimiento – experto” planteado en WWP (De los Ríos et



al., 2016), y en lo dicho por Cernea (1991, citado por Cazorla et al., 2013): “la participación va más allá de solo consultar a las personas”, y a otros autores: “factores como la cohesión social y el compromiso, así como la comunidad y la familia necesitan ser consideradas” (De los Ríos et al., 2015).

CONCLUSIONES

A pesar del gran esfuerzo que ha realizado, y los resultados obtenidos de la FAO y el gobierno colombiano, para trabajar bajo las DVGTT con el fin terminar el conflicto y entrar luego a un proceso de construcción de paz; después de analizar este hecho bajo modelo WWP, se puede concluir, que los proyectos se están generando para las personas y no por ellas. Lo que no cumple el principio del enfoque de “abajo – arriba”; traducido en resultados positivos a corto plazo, y no sostenibles en el tiempo. Es importante trabajar bajo el enfoque WWP en la incorporación de las DVGTT en el territorio colombiano, para que todas las partes involucradas queden satisfechas, y los campesinos se sientan parte del proyecto y lo mantengan por voluntad propia; aumentando su confianza y armonizando la relación entre gobierno y sociedad, conduciendo no solo a la terminación del conflicto, si no a la sostenibilidad de la paz.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis tutores, Ignacio de los Ríos y Rodrigo Castañeda, quienes siempre estuvieron pendientes del proceso de elaboración de este artículo; así como a la FAO, por la información y colaboración prestada.

BIBLIOGRAFÍA

- Baribbi, A., & Spijkers, P. (2011). CAMPESINOS, TIERRA Y DESAROLLO RURAL, Reflexiones desde la experiencia del Tercer Laboratorio de Paz. Tercer Laboratorio de Paz, pp: 1-28
- Boudreaux, K. (2010). Video Transcript USAID LAND TENURE AND PROPERTY RIGHTS MOOC. Program, 44(September 2003), pp: 1-7.
- Cazorla, A., De los Ríos, I., & Salvo, M. (2013). Cuadernos de Desarrollo Rural, 10(70), pp: 131-157.
- Cernea, M. (1991). *Putting people first: sociological variables in rural development* (Second edition). London: Oxford University Press.
- De los Ríos, I., Herrera, A. T., & Guillén, J. (2014). Dyna, 2, pp: 7008.
- De los Ríos, I., Rivera, M., & García, C. (2016). Land Use Policy, 54, pp: 85-94.
- De los Ríos, I., Rivera, M., Knickel, K., Chebach, T., Qvist, D., Ashkenazy, A. & Šūmane, S. (2015) XXVI European Society for Rural Sociology Congress. Places of possibility? Rural Societies in a Neoliberal World, Scotland, pp: 136 -137
- DNP, D. N. D. P. (2014). Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. Departamento Nacional De Planeación, pp: 1-861.
- FAO, F. and A. O. of the U. N. (2002). Land tenure and rural development, pp: 1-6.
- FAO, O. de las N. U. para la A. y la A. (2016a). Nota conceptual sobre el acompañamiento de la FAO en la implementación del Acuerdo de Paz en Colombia, pp: 1-8.
- FAO, O. de las N. U. para la A. y la A. (2016b). Proyecto GCO/COL/0691EC Incorporación de las directrices de gobernanza de la tierra con las comunidades locales habitantes de áreas protegidas y sus zonas de influencia, pp: 1-39.
- FAO, O. de las N. U. para la A. y la A. (2016c). Resultados DVGTT Colombia 2016, pp: 2.
- FAO, O. de las N. U. para la A. y la A., & CFS, C. de S. A. M. (2012). Directrices voluntarias sobre la Gobernanza responsable de la tenencia de la tierra, la pesca y los bosques en el contexto de la seguridad alimentaria nacional. Roma, pp: 1-41.
- Gobierno Nacional. (2016). ACUERDO FINAL PARA LA TERMINACIÓN DEL CONFLICTO Y LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PAZ ESTABLE Y DURADERA. 24-8-16, pp: 1-296.
- Labatut, B., & González, N. (2017). FAO. Retrieved March 19, 2017, from <http://www.fao.org/news/story/es/item/430823/icode/>
- Red Territorios por la Paz. (2017). Entérese del Proceso de Paz [Curso Virtual]. Retrieved March 15, 2017
- Restrepo, M. de D. C. A. (2016). Revista de Estudios En Seguridad Internacional, 2(2), pp: 131-152.
- Sánchez, F., Díaz, A. M., & Formisano, M. (2003). ISSN 1657-7191, pp: 1-60.
- Tawse-Smith, D. (2009). Conflicto armado colombiano. *Desafíos*, 19, pp: 269-299.
- Vargas, F. (2009). Las otras caras del poder. Territorio, conflicto y gestión pública en municipios colombianos. (F. (Coord. Velásquez, Ed.) (Primera). Bogotá, pp: 1-453.
- Velásquez, A. V. (1999). Journal of Latin American Studies, 23(Diciembre), pp: 5-15



PROTECCIÓN DE LA PROTEÍNA DE GIRASOL FRENTE A LA DEGRADACIÓN RUMINAL CON ÁCIDO MÁLICO Y CALOR

Hernández, Elder; Haro, Andrés Norberto

Tutora: Carro, María Dolores; González, Javier

Departamento de Producción Agraria, ETSI Agronómica, Agroalimentaria y de Biosistemas, Universidad Politécnica de Madrid

elderhernandez5@alumnos.upm.es

RESUMEN

En los animales rumiantes una gran parte del nitrógeno que ingieren es excretado al medioambiente y contribuye a la contaminación de la producción ganadera. Por ello, es interesante realizar una protección de la proteína frente a su degradación ruminal, con lo que se reduce la generación de amoníaco y la excreción de nitrógeno en forma de urea. En este trabajo se analizó el efecto de incluir proteínas de girasol protegidas en un pienso para corderos en cebo en su fermentación *in vitro*. Las muestras se trataron con una solución de ácido málico y calor para su protección frente a la degradación ruminal. El tratamiento fue efectivo para reducir la degradabilidad de la proteína de girasol observándose una disminución de la producción de amoníaco en el pienso que contenía la proteína protegida. Además, el tratamiento no afectó de forma negativa a la fermentación del resto de los componentes del pienso. Estos resultados indicarían que el tratamiento utilizado es eficaz para reducir la degradabilidad ruminal de la proteína, pero es necesario confirmar los resultados en pruebas *in vivo*.

Palabras clave: *Semilla y harina de Girasol, degradación Ruminal, ácido málico y calor*

INTRODUCCIÓN

Como consecuencia de los procesos digestivos de los animales rumiantes se generan sustancias, como metano y amoníaco, que son excretadas y contribuyen a la contaminación medioambiental. El metano (CH_4) se genera en el proceso fermentativo, pero constituye una pérdida de energía y contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero. El amoníaco se genera en la degradación ruminal de las proteínas y su exceso se transforma en urea y es expulsado en la orina. La producción de CH_4 y amoníaco está influenciada por factores como el consumo de alimento, la composición de la dieta y su digestibilidad, el procesado previo de los alimentos y la frecuencia de alimentación, entre otros. En un estudio previo (Vanegas et al., 2017) se ha observado que el tratamiento combinado con ácido málico y calor puede proteger la proteína de girasol frente a su degradación ruminal, pero los efectos variaron con el tiempo de tratamiento. El objetivo de este estudio fue analizar el efecto del tratamiento de la semilla y harina de girasol con ácido málico y calor sobre su fermentación ruminal *in vitro* y valorar el efecto de su inclusión en la fermentación *in vitro* de un pienso para cebo de corderos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del experimento se utilizaron semilla de girasol (SG) y harina de girasol (HG) molidas a través de una criba de 1 mm de paso. Una parte de las muestras se pulverizaron con una solución 1M de ácido málico (400 ml/kg) y se introdujeron en una estufa a 150°C durante dos horas para proteger la proteína frente a la degradación ruminal. Se formularon dos piensos para corderos en cebo, que solo se diferenciaron en que contenían SG y HG sin tratar (Pienso control) o tratadas con ácido málico y calor (SGTR y HGTR; Pienso tratado). Los ingredientes de los dos piensos fueron cebada (26,4%), maíz (26,3%), trigo (19,6%), harina de girasol (10,9%), semilla de girasol (8,9%),



harina de soja (5,0%), carbonato cálcico (2,24%), sal (0,48%) y corrector vitamínico-mineral (0,2%). Los dos piensos contenían un 15% de PB (35% procedente del girasol) y 5,7% de grasa (66% procedente del girasol). Todas las muestras se molieron a 1 mm antes de las incubaciones in vitro.

Como donantes de líquido ruminal se usaron 4 ovejas adultas ($81,8 \text{ kg} \pm 3,33 \text{ kg}$ de peso vivo) canuladas en el rumen, que recibían heno de gramíneas y concentrado en proporción 2:1. Las ovejas se manejaron de acuerdo a los protocolos aprobados por los Comités de Ética de las Universidades Politécnica y Complutense de Madrid. El líquido ruminal se obtuvo antes de la primera comida y se filtró a través de cuatro capas de gasa. Se realizaron incubaciones con el fluido ruminal de cada oveja para obtener cuatro réplicas para cada sustrato incubado. La incubación se realizó en frascos de vidrio de 60 ml, en los que se pesaron 200 mg de materia seca (MS) de muestra. El fluido ruminal se mezcló con el medio de cultivo de Goering y Van Soest (1970) en una relación de 1:4 y se dosificaron 20 ml de la mezcla en cada vial mediante una bomba peristáltica. Los viales se taparon, se agitaron y se introdujeron en un incubador a 39°C. Se realizaron incubaciones de 12 y de 96 horas. En los viales incubados durante 96 horas se midió la producción de gas a las 2, 4, 6, 9, 12, 16, 21, 25, 30, 35, 48, 60, 72 y 96 horas, dejando salir el gas después de cada medida. Además, se calculó la degradabilidad efectiva de la materia seca para un ritmo de paso del 6% (DEMS₆). En los viales incubados 12 h se midió el gas producido y se tomó una muestra (15 ml) para analizar su contenido en metano (CH₄). Además, se tomaron muestras del contenido de los viales para el análisis de su concentración en nitrógeno amoniacal (NH₃-N) y ácidos grasos volátiles (AGV) siguiendo los procedimientos descritos por Martínez et al. (2010).

Los datos de producción de gas se ajustaron al modelo: $Y = PP (1 - e^{(-c(t - Lag))})$, en el que c es el ritmo fraccional de producción de gas, PP su producción potencial, Lag es el tiempo necesario para que comience la producción de gas y t es el tiempo de medida. Asimismo, se calculó el ritmo medio (RM) de producción de gas, como el ritmo entre el inicio de la producción de gas y la mitad del valor de PP . Todos los datos se analizaron mediante análisis de varianza de una vía, en el que el tratamiento se consideró un efecto fijo y el inóculo un efecto aleatorio. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se puede observar como los valores de PP , RM , $DEMS_6\%$ fueron superiores ($P < 0,001$, $0,043$ y $0,027$, respectivamente) en la semilla de girasol tratada con ácido málico y calor que en la semilla de girasol sin tratar. Sin embargo, para la harina de girasol solo se observó una tendencia ($P < 0,058$) a una mayor producción potencial (PP) de gas en la harina tratada que en la harina no tratada. El pienso tratado tuvo mayores valores de RM ($P = 0,020$) que el pienso control, y tendió a presentar mayores valores de c ($P = 0,091$) y de $DEMS_6\%$ ($P = 0,072$). Estos resultados indicarían que el tratamiento de protección de la proteína tendió a aumentar el ritmo de fermentación del pienso y su degradabilidad ruminal, aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa.

Como puede apreciarse en la Figura 1, la producción de gas de los piensos control y tratado fue muy similar, indicando que la protección de la proteína no afectó de forma negativa a la fermentación del resto de componentes del pienso. Así mismo, se puede observar que la harina de girasol se degradó menos rápidamente que el pienso, pero más rápidamente que la semilla de girasol.

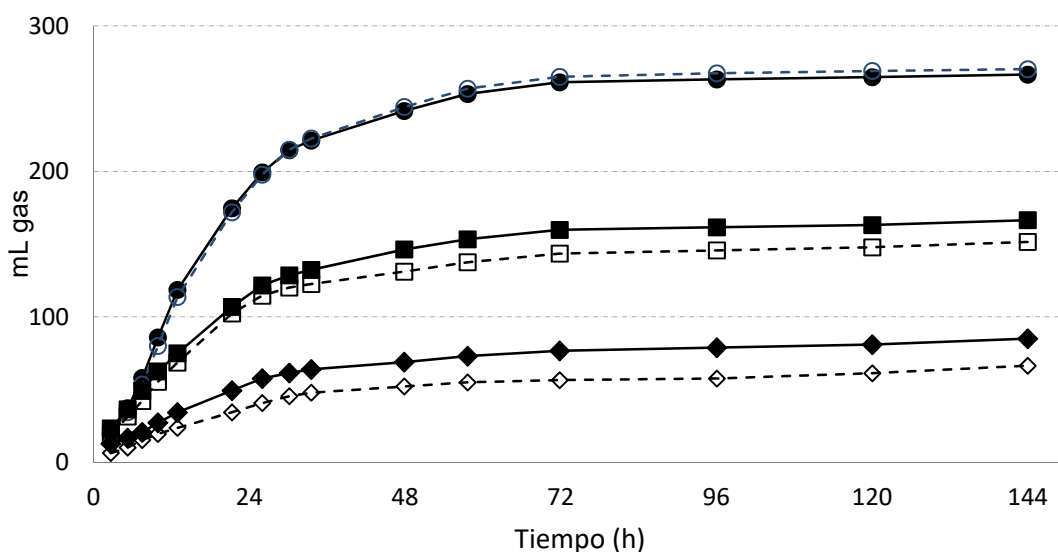
Tabla 1. Parámetros de producción de gas de las muestras incubadas¹

Materia prima y tratamiento	PP (ml/g MS)	c (%/h)	Lag (h)	RM (mL/g)	DEMS _{6%} (%)
Semilla de girasol					
Control	63,34	0,044	0,898	1,79	12,37
Tratada	82,14	0,045	0,278	2,52	16,30
P =	0,001	0,937	0,197	0,043	0,027
Eem ²	1,09	0,005	0,265	0,153	0,688
Harina de girasol					
Control	147	0,055	1,11	5,35	34,01
Tratada	164	0,050	0,482	5,69	34,65
P =	0,058	0,117	0,171	0,430	0,549
Eem ²	3,9	0,002	0,247	0,260	0,671
Pienso					
Control	270,40	0,056	3,20	8,57	34,18
Tratado	265,77	0,059	2,98	8,82	35,08
P =	0,466	0,091	0,167	0,020	0,072
Eem ²	3,93	0,0001	0,085	0,040	0,234

¹ PP: producción potencial de gas; c: ritmo fraccional de producción de gas; Lag: tiempo hasta que empieza la producción de gas hasta que se logra la mitad de la PP; RM: ritmo de producción de gas; DEMS_{6%}: degradabilidad efectiva de la materia seca para un ritmo de paso del 6,0%.

² Eem: error estándar de la media (n=4)

Figura 1. Curvas de producción de gas de las muestras (símbolos vacíos: muestras control; símbolos llenos: muestras tratadas; o: pienso; □: harina; ◇: semilla)



La producción total de AGV fue mayor ($P=0,026$) para la semilla de girasol tratada con ácido málico y calor que en la semilla de girasol sin tratar, pero no se observaron diferencias en la harina de girasol y el pienso. El tratamiento de la semilla y la harina de girasol aumentó ($P<0,05$) la proporción de propiónico ($P<0,05$) y redujo ($P<0,05$) la proporción molar de acético y la relación acético/propiónico. El pienso tratado tuvo mayores proporciones de propiónico ($P=0,044$), menor relación acético/propiónico ($P=0,022$) y tendió a una menor concentración de $N-NH_3$ ($P=0,065$). Estos resultados indicarían que en el pienso tratado se produjo una menor degradación de la proteína sin reducir la degradación del resto de componentes del pienso. No hubo efectos ($P>0,05$) del tratamiento en la producción de CH_4 , excepto una tendencia ($P=0,092$) a una mayor producción en la semilla tratada que en la semilla sin tratar.

**Tabla 2. Producción *in vitro* de ácidos grasos volátiles (AGV) y metano (CH₄) y concentración de N-NH₃ de las muestras incubadas**

Materia prima y Tratamiento	Total AGV (μmol)	Proporción molar (mol/100 mol) ¹			Ac/Pr (mol/mol)	CH ₄	N-NH ₃
		Ac	Pr	Bt			
Semilla de girasol							
Control	744	67,7	20,3	8,17	3,37	1,69	205
Tratada	833	65,5	23,0	7,54	2,86	1,99	201
P =	0,026	0,003	0,010	0,141	0,015	0,100	0,696
Eem ²	15,3	0,180	0,321	0,223	0,074	0,092	6,5
Harina de girasol							
Control	1103	66,3	22,0	7,63	3,03	3,84	322
Tratada	1120	63,6	25,7	7,12	2,49	4,29	279
P =	0,822	0,015	0,006	0,044	0,006	0,424	0,009
Eem ²	50,2	0,390	0,384	0,113	0,061	0,352	4,9
Pienso							
Control	1271	62,8	23,2	11,9	2,70	5,59	161
Tratado	1347	61,5	24,4	11,5	2,55	5,95	146
P =	0,265	0,349	0,044	0,616	0,023	0,330	0,065
Eem ²	39,2	0,40	0,26	0,52	0,022	0,221	3,7

¹ Ac: acético; Pr: propiónico; Br: butírico. No hubo diferencias en las proporciones de isobutírico, isovalérico y valérico.

² Eem: error estándar de la media (n=4)

CONCLUSIONES

Los resultados indican que el tratamiento de ácido málico y calor aplicado fue efectivo para reducir la degradabilidad de la proteína de girasol, ya que disminuyó la producción de amoníaco obteniendo resultados significativos, sin reducir la degradación del pienso. Es necesario realizar estudios con animales para analizar la efectividad de este tratamiento *in vivo*.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los proyectos AGL2012-31064 (financiado por la CICYT) y MEDGAN ABI-2913 (financiado por la Comunidad de Madrid y cofinanciado con Fondos Estructurales de la UE).

BIBLIOGRAFÍA

- Goering, M.K., Van Soest, P.J. 1970. Agricultural Handbook, N°. 379. Agricultural Research Services, USDA, Washington DC.
- Martínez, M.E. *et al.* 2010. Anim. Feed Sci. Technol. 158: 126–135.
- SAS 1999-2001. SAS 7. STAT User's Guide (Release 8.2). SAS Inst. INC., Cary, NC
- Vanegas, J.L., Carro, M.D., Alvir, M.R., González, J. 2017. Journal of the Science of Food and Agriculture (En prensa; DOI: 10.1002/jsfa.7743).



COMERCIALIZACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS DESDE EL MODELO WORKING WITH PEOPLE (WWP): CASO MERCAMADRID

Romero, Erick

Tutor: De los Ríos, Ignacio

Departamento de Ingeniería Agroforestal ETSIAAB. Universidad Politécnica de Madrid

erick.romero.valverde@alumnos.upm.es

RESUMEN

Los mercados mayoristas son espacios físicos que permiten la interacción entre oferentes y demandantes; además son fuente de aprovisionamiento de alimentos a la población urbana. A nivel internacional estos mercados actúan como plataformas de concentración, donde se promueve la calidad y seguridad alimentaria. En España dicho rol lo cumple Mercasa a través de sus 23 unidades alimentarias o mercas, donde destaca Mercamadrid quien se ha consolidado como referente local e internacional, impulsado por los productos hortofrutícolas. En esta investigación se determinan los factores de éxito en la gestión de Mercamadrid mediante el modelo *working with people* (WWP) como plataforma integradora de las partes implicadas. Para ello se realizaron entrevistas en profundidad con los *stakeholders*, integrando conocimiento experto y experimentado. Los resultados evidencian la influencia de Mercasa y los empresarios en el éxito del merca. Finalmente se concluye que los lineamientos del modelo podrían optimizar y fortalecer la gestión de Mercamadrid.

Palabras clave: *Productos hortofrutícolas, unidades alimentarias, mercados mayoristas*

INTRODUCCIÓN

Los mercados mayoristas son estructuras físicas donde se realizan transacciones comerciales entre oferentes y demandantes, quienes tienen por finalidad vender y comprar productos alimentarios frescos y/o transformados (Rodríguez, 2010). Estos mercados siempre fueron importantes, debido al aprovisionamiento de alimentos a la población urbana; asimismo, institucionalmente son controlados y regulados, en su mayoría de casos, por la autoridad pública (Green, 2003). Por tanto para que un mercado mayorista cumpla con su rol fundamental de abastecer alimentos es necesario que la comercialización de los productos sea eficiente, es decir, que se minimicen las pérdidas post cosecha, se reduzcan los riesgos para la salud y permita el abastecimiento oportuno de alimentos a las ciudades. Para ello es imprescindible contar con una infraestructura eficaz, que cuente con espacios adecuados y técnicamente equipados para la comercialización, manipulación y transacción (FAO, 2009).

La Unión Mundial de Mercados Mayoristas (UMMM, 2003) define un Mercado Mayorista como un *“Espacio físico gestionado como un negocio alimentario por una autoridad de mercados, dentro de cuyos límites operan negocios alimentarios independientes que pueden compartir las instalaciones en las que los productos alimentarios son comercializados, almacenados, preparados o procesados”*. En tal sentido dichos mercados, a nivel internacional, actúan como plataformas de concentración, jugando un papel importante en la promoción de la calidad y seguridad alimentaria (UMMM, 2003), reuniendo en sus instalaciones comerciales a mercados de frutas, hortalizas, pescado, carne y flores, entre otros.

En España la distribución mayorista se realiza a través de grandes complejos de distribución que configuran la red de mercas, de la empresa estatal, Mercados Centrales de Abastecimiento S.A. (Mercasa) (Maixé-Atlés, 2009). En la actualidad dicha institución, junto con los ayuntamientos correspondientes, cuenta con una red de mercas compuesta



por 23 unidades alimentarias, ubicadas en zonas estratégicas. En el año 2015 toda la Red comercializó 4,5 millones de toneladas de productos hortofrutícolas, de los cuales el 51% correspondió a frutas, 34% a hortalizas y 15% a patatas. En términos de valor dicha comercialización ascendió a 5.196 millones de euros. Debe destacarse que el 50% del consumo nacional de productos hortofrutícolas se realiza a través de los mercas (Mercasa, 2016).

Mercamadrid forma parte de la red de mercas, y si bien su inicio de operaciones se remonta a 1982, operando a la fecha 13 unidades alimentarias, ha sido el merca que más ha destacado dentro del grupo. En 2015 comercializó 1,5 millones de toneladas de productos hortofrutícolas, lo que representó una participación del 34% del total de la Red. En términos de valor Mercamadrid movilizó 1.588 millones de euros en la comercialización de frutas y hortalizas, obteniendo una participación de 31% de la Red (Mercasa, 2015).

La presente investigación tiene como objetivo determinar cuáles son los factores de éxito en la gestión de Mercamadrid que lo han llevado a posicionarse como el referente de Mercasa y como modelo a seguir a nivel internacional.

METODOLOGÍA

Para alcanzar el objetivo trazado se utilizó el modelo *Working With People* (WWP) a través de sus tres componentes (a) político contextual, (b) técnico empresarial y (c) ético social. Estos tienen como objetivo central integrar el conocimiento y la acción de un proyecto, poniendo en relevancia el valor de las personas y/o instituciones involucradas (Cazorla et al., 2013). Bajo este modelo, el enfoque de planificación de proyectos se entiende como un aprendizaje social (Friedmann, 1993), donde todos los actores involucrados participan y generan un aprendizaje social mutuo (Cazorla et al., 2013). Dado lo anterior es necesario dividir la investigación en trabajo de gabinete y campo.

Investigación de gabinete: consistió en la búsqueda de información pertinente en revistas, libros, artículos y otras investigaciones relacionadas con el objeto de estudio. Asimismo el trabajo se complementó con la recopilación, procesamiento y análisis de estadísticas de producción y comercialización de productos hortofrutícolas en España. Finalmente se identificó qué instituciones pertenecen a cada uno de los componentes del modelo WWP: (i) Político contextual, se caracteriza por proporcionar los elementos clave para insertar el proyecto en un determinado contexto, sirviendo a la sociedad según el aprendizaje social generado. (ii) Técnico empresarial, se caracteriza por integrar los elementos clave del proyecto WWP, de tal manera que sea concebida como una unidad de inversión y generadora de bienes y servicios, movilizandorecursos públicos y privados; y el (iii) Ético social, que considerara las actitudes, valores y el comportamiento de las personas e instituciones que se interrelacionan con un fin común (De los Ríos, et al., 2014).

Investigación de campo: Se diseñó un muestreo cualitativo no probabilístico por conveniencia (Pimienta, 2000), basándose en la profundidad del conocimiento de los informantes para su correspondiente elección (Mejía, 2000). La herramienta utilizada para el levantamiento de información fueron las entrevistas en profundidad de tipo semiestructuradas, donde se realizaron una serie de preguntas previamente determinadas dejando abierta la posibilidad de profundizar en temas puntuales que contribuyan a la investigación (Blasco y Otera, 2008).

Se realizaron 5 entrevistas en profundidad. Una a Mercasa, dos a Mercamadrid y 2 a Asomafrut. Este último como representante de 113 empresas del sector frutas y hortalizas de Mercamadrid, quienes ocupan 334 puestos de un total de 342 existentes en el sector hortofrutícola



Finalmente, de la mano de los resultados obtenidos tanto en la investigación de gabinete, como en el de campo se procedió a realizar el análisis e identificación de los factores de éxito en la gestión y las oportunidades de mejora de Mercamadrid. De tal manera que se genere un aprendizaje social (Friedmann, 1993). Como resultado del intercambio de información de las partes implicadas, que pueda llevar a la reflexión, al análisis y a la toma de acciones para generar cambios (Cazorla et al., 2012)

RESULTADOS

Los resultados permitieron identificar a los tres componentes del modelo WWP: Mercasa (Político contextual), Mercamadrid y Asomafрут (Técnico empresarial); y consumidores intermedios y finales (Ético social). Las entrevistas en profundidad realizadas los dos primeros grupos indicaron que los factores de éxito en la gestión de Mercamadrid radican en su **(i) estructura jurídica**, es decir, es una empresa mixta tipo sociedad anónima, cuyos accionistas son el ayuntamiento de Madrid (51,13%), Mercasa (48,63%) y otros (0,24%). Esta estructura ha permitido que exista un equilibrio político para la toma de decisiones estratégicas e importantes, incluido el nombramiento o la censura de la gestión, puesto que se requiere la presencia de al menos las cuatro quintas partes del capital suscrito con derecho a voto, es decir, si bien el Ayuntamiento cuenta con una participación mayoritaria no puede decidir de forma unilateral.

Mercamadrid pertenece a una **(ii) red nacional de mercados** lo que le ha permitido trabajar, desde sus inicios, con una estructura jurídica sólida, así como con reglamentos, y estatutos claramente definidos, además de una continua asesoría técnica. Esto como consecuencia del conocimiento y experiencia de su creador Mercasa.

Mercasa cuenta con coordinadores que están en pleno contacto con los equipos directivos de los 23 mercados brindando **(iii) soporte técnico** entre otros en el ámbito comercial, jurídico y estratégico. Asimismo realiza un seguimiento continuo de la evolución comercial y del volumen de ventas, lo que permite identificar oportunidades y riesgos para cada mercado, siendo estos indicadores sumamente importantes para la elaboración de **(iv) mejores prácticas a través de la comparación** y poder trasladar conocimiento y experiencia de un mercado a otro. Es relevante destacar que Mercasa, desde sus inicios, ha construido los mercados estratégicamente, de tal forma que **(v) no existe competencia entre ellos**, sino que se complementan.

La **(vi) ubicación estratégica** de Mercamadrid le permite ser el foco de atención en España, más aún porque Madrid se encuentra en el centro de la península Ibérica. Esto ha permitido que productos, por ejemplo, generados en Murcia, Levante y Almería, que se destina a Europa y al mercado local, pasen por Mercamadrid antes de llegar a su destino final, debido a la importancia que cobra los factores logísticos y a su cercanía con la capital.

Mercamadrid suministra de un importante **(vii) volumen y variedad de productos hortofrutícolas**, donde el 53% de frutas y hortalizas comercializadas en Mercamadrid se destina a Castilla León, Castilla La Mancha, Extremadura, Andalucía y Aragón, mientras que el 47% restante es consumido en la Comunidad de Madrid. Se estima que el ámbito de influencia de Mercamadrid es de 500 km, lo que representa 12 millones de consumidores.

La **(viii) actividad empresarial** es el punto de inflexión y diferenciador con el resto de los mercados, debido al dinamismo, proactividad, emprendedurismo e inversión en investigación y desarrollo de nuevos productos alimenticios, como los de IV gama, zumos naturales y ensaladas. Esto ha llevado a que Mercamadrid pueda ofrecer una amplia y variada oferta de frutas y hortalizas provenientes de más de 30 países del mundo. En el



2015 Mercamadrid comercializó 1,5 millones de toneladas de frutas (54,6%), hortalizas (33,1%) y patatas (12,3%), lo que representó una comercialización diaria de 4,2 millones de kilos, superando en 45% a Mercabarna quien cuenta con 159 empresas en el sector hortofrutícola y se ubica segundo en el ranking de comercialización de Mercasa. Por tanto los 150 empresarios hortofrutícolas de Mercamadrid cumplen un rol fundamental y son el impulso para que dicho merca sea referente a nivel internacional.

Si bien se han destacado los factores de éxito en la gestión de Mercamadrid, y las sinergias de la actividad empresarial, es importante considerar que ésta es una entidad independiente que ante los ojos de los empresarios tiene una planificación, predominantemente, *top-down*, es decir, las decisiones y todo tipo de proyectos se originan en el consejo directivo, con muy pocas o nulas posibilidades de variación ante la solicitud de los empresarios. Asimismo los Estatutos Sociales y el Reglamento de Funcionamiento del Mercado fijan claramente las funciones de la empresa mixta; y los empresarios reconocen las acciones de Mercamadrid puesto que de alguna manera generan valor; sin embargo, la percepción del empresariado es que dichas acciones e intervenciones, al no considerar a los involucrados, frecuentemente son perjudiciales por las omisiones.

Finalmente, los empresarios se encuentran en la incertidumbre puesto que para el 2032 finaliza la concesión de Mercamadrid y aún no se ha aprobado la renovación. Esto pone en riesgo las inversiones que los empresarios quieran y puedan realizar, puesto que la recuperación de las inversiones es a largo plazo.

CONCLUSIONES

Se ha determinado ocho factores de éxito en la gestión del sector hortofrutícola de Mercamadrid, destacando el papel que cumplen los empresarios comercializadores; sin embargo, ello no sería posible si no existiese la plataforma alimentaria gestionada por Mercamadrid y apoyada técnicamente por Mercasa, además de las grandes ventajas que proporciona la ubicación estratégica del merca. Finalmente se evidencia la existencia de una planificación *top-down*, donde los empresarios no son involucrados en la toma de decisiones. La puesta en marcha del modelo WWP podría optimizar y fortalecer la gestión de Mercamadrid, al permitir una participación colectiva e integradora.

BIBLIOGRAFÍA

- Blasco, T. y Otera, L. (2008). Técnicas conversacionales para la recogida de datos en investigación cualitativa. La entrevista. pp 1-3.
- Cazorla, A., De los Ríos, I. y Salvo, M. (2013). Working With People (WWP): in Rural Development Projects a Proposal from Social Learning. Cuadernos de desarrollo rural. pp 145-150.
- Cazorla, A., De los Ríos, I. y Technical University of Madrid. (2012). Rural Development as "Working with People" a proposal for policy management in public domain. pp 7-8.
- De los Ríos, I., Herrera, A. y Guillén, J. (2014). Complexity in project management : conceptual analysis based on the Working With People model. pp. 23.
- FAO. (2009). Infraestructura y servicios de los mercados urbanos de alimentos. *Alimento para las ciudades*, pp 11-12.
- Friedmann, J. (1993). *Toward and non-euclidean mode of planning*. *Journal of American Planning Association*. pp 482-485.
- Green, R. (2003). Mercados Mayorista ¿El inicio de una nueva era? *Distribución y Consumo*, pp 23.
- Maixé-Atlés, J. (2009). La modernización de la distribución alimentaria en España, 1947-1995. pp. 145,153.
- Mejía, J. (2000). El muestreo en la investigación cualitativa.
- Mercasa. (2015). *Informe Anual 2015*. pp 41-42.
- Mercasa. (2016). *Alimentación en España*. pp 127-128.
- Pimienta, R. (2000). Encuestas probabilísticas vs no probabilísticas. *Política y Cultura* (13), 263-276.
- Rodríguez, M. (2010). *La función de los mercados mayoristas en los centros urbanos de Colombia - FAO*. pp 5-8.
- UMMM. (2003). Unión Mundial de Mercados Mayoristas. Mercados, calidad y seguridad alimentaria. Lisboa: pp 5-6.



ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DE LA PROPAGACIÓN ASEJUAL EN LA PLANTA DEL CAFÉ EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA, COLOMBIA

Ruiz, Paula ¹; de la Peña, Ana ²;

Tutores: Centeno, Ana ¹; Díaz, Virginia ²

¹Departamento de Producción Agraria. E.T.S. de Ingeniería. Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. Universidad Politécnica de Madrid.

²Departamento de Química y Tecnología de Alimentos. E.T.S. de Ingeniería. Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. Universidad Politécnica de Madrid.
paularuizoliva@gmail.com¹, anapn1993@gmail.com²

RESUMEN

Colombia es el tercer productor de café en el mundo, siendo el primero en la producción de café arábica (*Coffea arabica* L.). Actualmente, el método de multiplicación más común en el café en este país es por semillas, lo que conlleva una amplia variabilidad genética de las plantas, lo que dificulta las operaciones de cultivo y encarece la recolección (Fisac Pedrajas, 2014). Para tratar de solucionar este problema, se ha realizado un estudio en el que se han ensayado dos métodos de multiplicación vegetativa: el enraizamiento de estaquillas y el injerto. Ambos métodos ayudarían a obtener plantas más homogéneas, mejorando así el manejo del cultivo. Tras realizar dos tratamientos distintos, el enraizamiento de estaquillas no ha dado ningún resultado positivo, en cambio con el injerto de púa se ha tenido un 75% de éxito. Estos resultados suponen el inicio de futuros trabajos para desarrollar estos métodos por parte de los agricultores de la zona y su aplicación en fincas caficultoras. Esto mejorará considerablemente las posibilidades de obtener producciones de muy alta calidad, lo que repercutirá en una mejora de la calidad de vida de los agricultores.

Palabras clave: *Coffea arabica* L., multiplicación vegetativa, cooperación al desarrollo.

INTRODUCCIÓN

El Departamento del Cauca se encuentra en el sudoeste de Colombia, siendo el segundo con menos recursos del país. En esta zona se está construyendo el primer parque tecnológico de café en el mundo (TECNiCAFÉ). El objetivo de este parque es crear una red de gestión de la innovación para el fortalecimiento de la cadena de valor del café y su caficultura. Para ello se pretende anexionar comunidades productoras y científicas con el objetivo de constituir y dinamizar iniciativas empresariales a través de la transferencia de soluciones tecnológicas y la búsqueda de estrategias sociales, que permitan obtener productos diferenciados y con mayor valor.

La Universidad Politécnica de Madrid, a través de personal docente e investigador de la actual ETS de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas ha colaborado en el desarrollo de este proceso, a través del proyecto "Clúster de Innovación Social y Productivo: Diseño de una estrategia para la producción de cafés de alta calidad en el corregimiento de La Venta de Cajibío, Cauca" dentro de la XVI Convocatoria de Ayudas para Acciones de Cooperación Universitaria para el Desarrollo.

Uno de los objetivos fundamentales del Parque Tecnológico es iniciar proyectos que mejoren la calidad de la producción del café en la zona, por lo que este trabajo es el inicio para resolver la problemática a la que se enfrentan los caficultores locales de la gran variabilidad genética en sus parcelas.

En esta área, en el 99% de los casos, la multiplicación del café se realiza por semilla, lo que da lugar a una alta heterogeneidad en el comportamiento de las plantas, aumentando los costes del manejo de cultivo. Para solucionar este problema, se podría implementar la multiplicación vegetativa como se hace en cultivos frutales. Téllez (1987) señala que es posible la multiplicación asexual del café utilizando el estaquillado y el injerto. El estaquillado es un tipo de clonación en el que se obtienen plantas idénticas a la planta

madre, mientras que el injerto supone una mejora en la producción al utilizar variedades con características favorables. Andrade et al. (2013) consiguieron buenos resultados aplicando estos dos métodos en café 'Robusta' (*C. canephora* L.).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el enraizamiento de las estaquillas de café se ha utilizado la metodología empleada para el café robusta por el Consejo Cafetalero Nacional (2014) en Brasil. Para ello, se recogieron 25 chupones de las distintas variedades a ensayar ('Tabi', 'Típica', 'Caturro', 'Castillo'), de una longitud de 2 a 10 cm, de plantas madre seleccionadas, y se desinfectaron con azul de metileno. A continuación, se impregnaron las bases de las estacas con Ácido Alfa Nafatalenacético (A.N.A.) en polvo (Hormonagro 1®, Colinagro S.A.) y se colocaron en tierra con materia orgánica (3:1) en bolsas de polipropileno (17 x 23 cm).

Tras dos semanas en laboratorio a temperatura ambiente (18-22°C), en una zona no expuesta directamente al sol, se observó necrosis y marchitez en las hojas. Ante la falta de respuesta se eligieron 24 chupones algo mayores, de 10 a 20 cm de longitud, a la mitad se les aplicó A.N.A. y a la otra mitad aloe vera cristalizado (sustancia enraizante aplicada de forma habitual y con éxito en una finca cercana al ensayo).

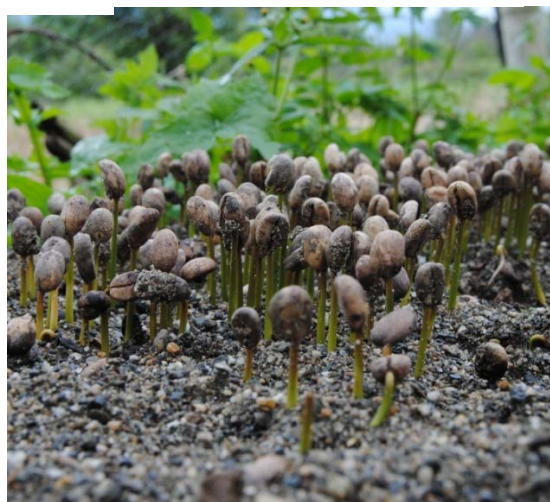
En cuanto al injerto, se emplearon, por un lado, variedades con una buena estructura de raíces, fuertes y resistentes ('Tabi' y 'Castillo') como patrón, y por otro, variedades con buena calidad de fruto y/o alta productividad ('Geisha' y 'Castillo') como injerto. El método empleado fue el injerto en púa, muy utilizado en café y empleado igualmente en otros frutales.

Inicialmente se dividieron los fosforitos (Imagen 1. Semillas de café en fase germinador), en dos partes por la zona central, obteniendo la zona de la raíz (patrón) y la parte superior (injerto). En el patrón se realizó un corte sencillo longitudinal, donde se introdujo la variedad. En la variedad a injertar, se hizo un corte en bisel, que encajaba con el corte del patrón. Se introdujo el injerto en el patrón, atando y sellando la unión con cinta transparente, evitando la entrada de aire en el interior.

Imagen 1: Semillas de café en fase en germinador



Imagen 2: Resultado del injerto tras 70 días



El injerto se hizo en dos etapas distintas: primeramente (7/12/2016) se injertó 'Castillo' sobre 'Castillo' para conocer si la manera y el resultado iban a ser los esperados; después (10/01/2017) se injertaron variedades diferentes, 'Geisha' sobre 'Tabi' y



viceversa. Antes de abrirse el grano y dar lugar a las primeras hojas se tuvo que extraer manualmente la cubierta externa ya seca del grano, para evitar la pudrición del mismo antes de llegar al estado de chapola (plántulas con los dos cotiledones totalmente extendidos).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Enraizamiento de estacas:

Tras dos semanas de poner las estaquillas a enraizar, según lo escrito por Duicela Guambi et al. (2006) se esperaba que hubieran desarrollado el sistema radicular, de tal forma que al tratar de extraerlas de la tierra se presentase resistencia. En cambio, todas las estaquillas de las distintas variedades ensayadas se encontraron marchitas y sin haber establecido ninguna raíz (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de los tratamientos de estaquillado efectuados en *C. arabica* L.

	Sustancia enraizante	Total	Vivos	Resultado final
Tratamiento 1 (estaquillas 2-10 cm)	Ácido Alfa	25	0	0%
	Nafatalenacético			
Tratamiento 2 (estaquillas 10-20 cm)	Aloe vera en cristal	12	0	0%
	Ácido Alfa	12	0	0%
	Nafatalenacético			

En ensayos realizados con estaquillado por Duicela Guambi et al. (2006) en Ecuador y por Andrade et al. (2013) obtuvieron resultados positivos.

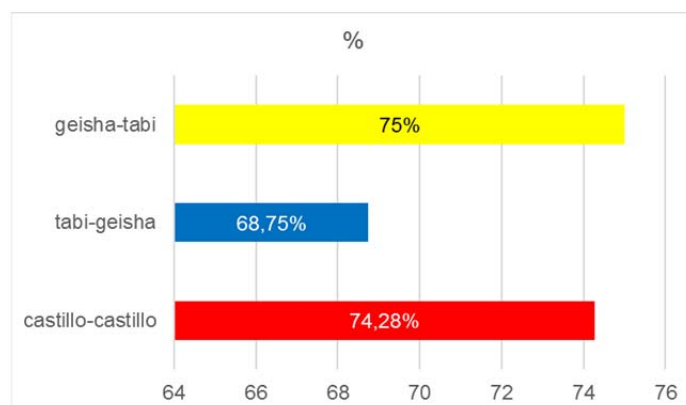
En nuestro caso, a pesar de haber seguido la metodología de los trabajos anteriormente citados, no obtuvimos ningún resultado, lo que podría deberse a la diferencia entre las especies, ya que en los trabajos citados el estaquillado se hizo con *C. canephora* y nosotros lo hicimos con *C. arabica*. Otra causa podría ser el procedimiento para la recolección de chupones, ya que en nuestro trabajo los chupones fueron obtenidos de yemas adventicias tras el descabezado de café, en lugar de chupones generados tras someter a la planta madre a estrés.

Como posible trabajo futuro, se podría probar a realizar el estaquillado con material vegetal lignificado, es decir, de más edad, como se realiza en frutales como la vid, el olivo, etc.

Injerto:

Al contrario que con el enraizamiento de estaquillas, los injertos respondieron favorablemente (Figura 1).

Figura 1. Porcentajes de éxito en injertos





De los 35 injertos efectuados de 'Castillo' sobre 'Castillo' sobrevivieron 26, de los 16 de 'Tabi' sobre 'Geisha' sobrevivieron 11 y de los 16 de 'Geisha' sobre 'Tabi' 12.

El éxito obtenido injertando 'Geisha' sobre 'Tabi' (75% de éxito) cumple uno de los objetivos principales del Parque Tecnológico dado que buscan la obtención de un café de calidad. 'Geisha' es una variedad que da una calidad excelente en taza (Fisac Pedrajas, 2014), pero carece de un sistema radicular resistente, siendo la variedad 'Tabi' la que suple esa carencia.

CONCLUSIONES

Colombia y en especial la región del Cauca, tiene un gran potencial en el mundo de la caficultura de calidad, desaprovechado por la falta de conocimiento y escasez de medios. Es fundamental una innovación en el manejo del cultivo para impulsar el desarrollo de estas comunidades y con ellos los futuros combatientes reinsertados de la guerrilla (Fao.org, 2017).

El presente trabajo experimental ha sido adaptado a los bajos recursos económicos y formativos para que todos los campesinos de la región sean capaces de llevarlo a cabo.

Por la falta de éxito del estaquillado, se plantean nuevos ensayos con nuevas variedades, materiales de partida y profundizando en la documentación bibliográfica, ya que la homogeneidad de las plantaciones es un objetivo prioritario para el Parque Tecnológico.

Tras los buenos resultados obtenidos con el injerto, se han programado cursos de formación para los campesinos de la región.

AGRADECIMIENTOS

A César, a Javier, a Viviana, a Zulma, a Diana, a Edwin, a Fercho, a Alejandro, a los trabajadores de la finca y a la Universidad Politécnica de Madrid. En definitiva, a nuestra familia de Colombia, y por supuesto, a Ana y a Virginia, gracias a todos y cada uno de vosotros por hacer que esta oportunidad inolvidable tanto personal como académica haya llamado a nuestra puerta.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade Junior, S., Alexandre, R., Schmildt, E., Partelli, F., Gava Ferrao, M. and Mauri, A. (2013). Comparison between grafting and cutting as vegetative propagation methods for conilon coffee plants. *ACTA SCIENTIARUM-AGRONOMY*, 35, pp.461-469.
- Duicela Guambi, I., Corral Castillo, I., Fernández Anchundia, I., Macías Navarrete, I., Muñoz, I. and Shiguango, I. (2006). Reproducción de plantas clonales de café Robusta. pp.4 y 6.
- Fao.org. (2017). *Perfiles de países de la FAO*. [online] Available at: <http://www.fao.org/countryprofiles/index/es/?iso3=COL> [Accessed 9 Mar. 2017].
- Fisac Pedrajas, R. (2014). *El mundo del café*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Centro de Publicaciones., p35.
- Téllez, O; Ferrer, G. 1987. Fitotecnica del café. Habana, CU. Editorial Pueblo. p56.



TÉCNICAS INNOVADORAS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PARA LA CUBRICIÓN DE LA CERDA BLANCA

Cauto, Javier

Tutora: Alvir, María Remedios

Departamento de Producción Agraria: E.T.S.I.Agronómica, Alimentaria y de Biosistema. Universidad Politécnica de Madrid

javier.cauto.domingo@alumnos.upm.es

RESUMEN

La inseminación artificial permite la cubrición de un gran número de cerdas a partir de un único eyaculado, además de permitir aumentar las tasas de gestación. Buscándose siempre mejorar estos dos factores, surgen investigaciones con el fin de permitir aumentar el rendimiento económico de las técnicas de inseminación artificial en una explotación. En este trabajo se describen y comparan dos métodos de inseminación que pretende lograr estos objetivos, utilizando un tratamiento previo a la inseminación o técnicas avanzadas que permiten aumentar la tasa de gestación hasta el 100%.

Palabras clave: *Sonda doble, pre-inseminación, eficiencia reproductiva.*

INTRODUCCIÓN

La eficiencia reproductiva, estimada por el número de lechones destetados por cerda y año, es el principal indicador de productividad en la granja porcina. Desde hace 30 años, la inseminación artificial lleva contribuyendo para que éste parámetro alcance valores máximos (De Alba, 2015). Con la inseminación artificial, sin embargo, se elimina la interacción macho-hembra, reduciéndose muchos de los estímulos olfativos y visuales asociados con la monta natural que tienen influencia en el éxito del proceso de fertilización.

Este trabajo es una revisión de la metodología en la inseminación artificial (IA) porcina y el modo en que algunas técnicas de IA actuales permiten conseguir una reducción en la cantidad de espermatozoides por dosis y una mejora en las tasas de gestación y prolificidad.

ANTECEDENTES

En la actualidad, los trabajos e investigaciones van enfocados a optimizar la técnica y los resultados de la IA, tratando de reducir al máximo el número de espermatozoides por inseminación, lo cual tiene gran impacto económico. Las dos técnicas más desarrolladas que podemos encontrar para inseminar a las cerdas son la inseminación post-cervical (PC) y la inseminación intrauterina profunda (IUP). En esencia, ambas técnicas de inseminación permiten reducir sensiblemente el número de espermatozoides por dosis, respecto a la técnica convencional, sin menoscabar la fertilidad y prolificidad, pudiendo ser dicha reducción mayor con la intrauterina profunda (Roca, A, 2014). Además de las técnicas empleadas, igualmente importante tener en cuenta el diluyente usado para la conservación del semen previo a la inseminación, pudiendo ser éste de larga o corta duración.

Si bien gran parte de las investigaciones de los últimos años han perseguido conseguir un diluyente de larga duración que nos ayude a mejorar el número de lechones por camada y aumentar la tasa de natalidad, en recientes investigaciones Torres et al., (2014) llegaron a la conclusión de que los de corta duración podrían ser suficientes y más económicos que los de larga duración, siendo la tasa de preñez y el tamaño de la camada similares, demostrando incluso que el diluyente usado no influye en la tasa de



preñez y que el número de lechones por camada disminuye si se demora la inseminación.

Tabla 1. Disminución porcentual (día 0 – día 4). Torres et al. (2014)

Diluyente	Androstar (%±DS)	MRA (%±DS)	MIII (%±DS)
Movilidad	65,0±11.2	57,3±10,1	60,4±7,9
IACR	31,1±14.4	35,1±17,2	34,1±15,9
FMEM	35,5±12.5	29,4±13,5	33,9±12,9
Viabilidad	36,2±6.3	35,3±8,2	33,9±7,2

IACR= Integridad acrosomal; FMEM= Funcionalidad de la membrana

DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS

A continuación se muestran dos métodos innovadores, ambos con resultados probados, en los cuáles se busca mejorar el líquido seminal usado para cubrir a las cerdas, así como ofrecer nuevas técnicas de inseminación que permitan incrementar los parámetros reproductivos de las explotaciones. Estos resultados son el resultado de una revisión bibliográfica.

El primero de los métodos consiste en la utilización del diluyente conservador del semen porcino (DICIP), compuesto por glucosa anhidra, citrato sódico tribásico, EDTA, antibiótico y un pH=6.6, como pre-inseminación para mejorar la eficacia de la IA en las cerdas, eliminando estímulos olfativos y auditivos.

Para conocer el efecto de la pre-inseminación, Pimienta et al. (2012), llevaron a cabo un estudio en la Granja Porcina Paredones perteneciente a la Empresa Porcina Habana. Se utilizaron 400 cerdas reproductoras escogidas al azar a las que se separó en dos grupos, el primero de ellos sería inseminado sin el DICIP (tratamiento control), el segundo sería tratado con 40 ml de DICIP a 37° C inmediatamente antes de la inseminación (tratamiento pre-inseminación). Ambos grupos fueron inseminados con 100 ml de semen de verraco diluido y de fertilidad conocida.

Tabla 2. Resultados de la pre-inseminación artificial. Pimienta et al. (2012)

INDICADORES	TRATAMIENTO PRE – INSEMINACIÓN	TRATAMIENTO CONTROL
Cerdas inseminadas (nº)	200	200
Partos (nº)	189	169
Efectividad (partos/inseminaciones x 100)	94,5	84,5

El segundo de los métodos implica la utilización combinada en un solo catéter del sistema de inseminación post – cervical y el sistema de inseminación intrauterino profundo. Magaplus DD (nombre comercial, marca registrada) es una sonda de 1,35 m acoplada a un catéter guía que presenta tres orificios para la salida de la dosis seminal, depositándose el 80% de la misma en el útero a través de dos orificios opuestos y el 20% restante en uno de los cuernos uterinos a través de un orificio en el extremo del catéter. Este sistema frente a los catéteres convencionales requiere de menor volumen y concentración espermática en la dosis seminal, garantizando los máximos niveles de fertilidad y prolificidad además de ser un sistema seguro que no causa lesiones en la cerda y es de fácil manejo en la granja. La dosis es introducida a presión añadiendo otra ventaja, el ahorro de tiempo.



Para probar la efectividad de este nuevo catéter Tuquinga (2014) realizó un trabajo experimental de una duración de 150 días, con un total de 60 cerdas (Landrace x York), sometiendo a cada grupo de 15 cerdas a uno de los 4 tratamientos siguientes: Tratamiento 1. Sistema de inseminación artificial post-cervical mediante el uso de sondas de deposición seminal simple; 50 ml de líquido seminal con una concentración de 3000 millones de espermatozoides; Tratamiento 2. Sistema de inseminación artificial intrauterina profunda mediante el uso de sondas de deposición seminal simple; 50 ml de líquido seminal con una concentración de 1500 millones de espermatozoides; Tratamiento 3. Sistema de inseminación artificial mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal; 50 ml de líquido seminal con una concentración de 1500 millones de espermatozoides; Tratamiento 4. Sistema de inseminación artificial mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal; 50 ml de líquido seminal con una concentración de 750 millones de espermatozoides.

Tabla 3. Resultados de la inseminación del catéter de doble deposición según Tuquinga (2014)

VARIABLES	TRATAMIENTOS			
	1	2	3	4
Tasa de concepción	86,7	93,3	100	80
Tasa de fertilidad (%)	80,0	93,3	100,0	73,3
Prolificidad (nº)	11,58	13,43	13,73	11,27
Peso de cerdas al servicio (Kg)	146,67	146,86	146,93	146,82
Peso de cerdas al final de la gestación (Kg)	182,30	184,70	185,20	182,40
Peso de lechones al nacimiento (Kg)	1,23	1,23	1,20	1,23
Peso de la camada al nacimiento (Kg)	14,28	16,56	16,77	13,90

CONCLUSIONES

En el trabajo se comparan los resultados de dos tratamientos innovadores en inseminación porcina a partir de datos recogidos en la bibliografía. Los mejores parámetros reproductivos en cuanto a la tasa de fertilidad y prolificidad corresponden a la inseminación con catéter de doble deposición, utilizando una concentración de 1500 millones de espermatozoides.

AGRADECIMIENTOS

Andrea Skaczylo, Laura López Herreros, David Baile Bravo, coautores del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- DE ALBA, C. "La inseminación intrauterina en cerdos: beneficios y riesgos". [en línea]. Disponible en: <http://studylib.es/doc/7404252/la-inseminaci%C3%B3n-intrauterina-en-cerdos>, (05/05/2016)
- PIMIENTA, E., RIVERÓN, S. y O MANSO, S. – Empresa Porcina Habana. "Efectos de la pre-inseminación en el comportamiento reproductivo de las cerdas". [en línea] Disponible en: <http://razasporcinas.com/efectos-de-la-preinseminacion-en-el-comportamiento-reproductivo-de-las-cerdas/>, (28/03/2016)
- Roca, A. (2011). "Inseminación artificial porcina: ¿qué técnica utilizar y con cuántos espermatozoides por dosis?" (07/05/2016) [en línea] Disponible en: https://www.3tres3.com/los-expertos-opinan/ia-porcina-%C2%BFque-tecnica-usar-y-con-cuantos-espermatozoides-por-dosis_33533/, (07/05/2016)
- TUQUINGA, L. (2014). "Evaluación de un sistema de inseminación artificial mixto, mediante el uso de sondas de doble deposición seminal en cerdas multíparas". [en línea] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3927#sthash.VAVBnVyS.dpuf>, (06/05/2016)
- Torres P., Fischman M.L., Acerbo M., García C., Míguez M., Domínguez J., Cisale H. 2014. Arch. zootec., 63 (243): 547-550.



SESIÓN PÓSTERS



PREDICCIÓN DE LA DEGRADABILIDAD RUMINAL DE SUBPRODUCTOS DE LA ACEITUNA A PARTIR DE SU COMPOSICIÓN QUÍMICA

Navarro, Carlos

Tutores: Carro, María Dolores y De Blas, Carlos

Departamento de Producción Agraria, E.T.S.I. Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España

carlos.navarro.marcos@alumnos.upm.es

RESUMEN

La utilización de subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes es una práctica cada vez más extendida, pero requiere conocer el valor nutritivo de estas materias. En este trabajo se analizaron la composición química, la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y los parámetros de la cinética de producción de gas de 24 muestras de orujo de aceituna con diferentes orígenes, tratamientos y tiempos de recogida. Se estudió la correlación entre la composición química y la DIVMS y los parámetros de la cinética de producción de gas, y posteriormente se obtuvieron ecuaciones para la predicción de la DIVMS y los parámetros de la cinética de producción de gas a partir de la composición química. Las ecuaciones obtenidas tienen un elevado valor predictivo ($R^2 > 0,830$) para la DIVMS y los parámetros de gas analizados, exceptuando los parámetros *c* y *lag* ($R^2 = 0,570$ y $0,230$ respectivamente). Las ecuaciones utilizan principalmente el contenido en azúcares y polifenoles para predecir los parámetros o la DIVMS. También utilizan en menor medida el contenido en fibra ácido detergente, lignina ácido detergente, humedad y materia orgánica.

Palabras clave: orujo de aceituna, valoración nutritiva, ecuaciones de predicción

INTRODUCCIÓN

España es uno de los mayores productores de aceite de oliva en el mundo. La producción de aceite de oliva genera de manera inevitable subproductos con un alto valor contaminante. En la situación actual, la utilización de subproductos para la alimentación animal en rumiantes representa una situación favorable tanto para el medioambiente como para la sostenibilidad de los sistemas ganaderos (Del Prado *et al.*, 2013). Antes de poder utilizar un alimento para la elaboración de dietas equilibradas en animales rumiantes, es importante caracterizar y cuantificar los productos generados en la fermentación que sucede en el rumen de los rumiantes (Carro, 2001). La fermentación de los alimentos en el rumen puede ser estudiada por métodos *in vivo*, *in situ* e *in vitro*. Los métodos *in vivo* son costosos, tanto económicamente como laboralmente y plantea problemas éticos y limitaciones legales y por este motivo se han desarrollado varias técnicas *in vitro*. En los últimos años ha adquirido un gran auge la denominada “técnica de la producción de gas”, que puede ser utilizada para estimar el ritmo y extensión de la digestión ruminal de los alimentos, debido a que existe una correlación positiva entre la cantidad de gas producida y la cantidad de materia orgánica fermentada (Menke *et al.*, 1979). De todas formas, esta técnica sigue requiriendo disponer de animales fistulados en el rumen y es costosa desde un punto de vista laboral. La utilización de ecuaciones para predecir los resultados de una técnica *in vitro* a partir de la composición química puede ser una manera más sencilla, económica y rápida de valorar un alimento para su utilización en los animales rumiantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio se utilizaron un total de 24 muestras de orujo de aceituna obtenidas de diferentes orujeras con distintos tiempos de muestreo y distintos tratamientos: orujillo (ORJ) orujo graso seco peletizado (OGR), orujo graso seco (OGS), orujo ciclón (OC),



orujo extractado (OE) y orujo origen Portugal (OGP). En el laboratorio, las muestras se molieron (1 mm) y se analizó su composición química según los procedimientos descritos por la AOAC (1999). El contenido en energía bruta (EB) se determinó en una bomba calorimétrica PARR 1356 (Parr Instrument Company, Moline, IL, Estados Unidos) y el contenido en N (PB, Proteína Bruta) se analizó por el método de combustión Dumas utilizando el equipo LECO FP258 (LECO Corporation, Saint Joseph, MI, Estados Unidos). El contenido en extracto etéreo (EE) se determinó mediante extracción con éter de petróleo en un extractor ANKOM XT10 (Ankom Technology Corp., Fairport, NY, Estados Unidos). El contenido en fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD y lignina ácido detergente (LAD) se analizó siguiendo la técnica secuencial descrita por Van Soest *et al.* (1991). El contenido en azúcares se analizó siguiendo la técnica de la Antrona descrita por Yemem y Willis (1954) mediante un espectrofotómetro para microplacas Epoch (BioTek Instruments Inc., Winooski, VT, USA). El contenido en polifenoles solubles se obtuvo mediante el método de Folin-Ciocalteu (Singleton y Rossi, 1965) mediante un espectrofotómetro para microplacas Epoch (BioTek Instruments Inc., Winooski, VT, USA).

Las incubaciones *in vitro* se llevaron a cabo en viales de vidrio (60 ml) en los que se pesaron 200 mg de materia seca de cada una de las muestras. El líquido ruminal se obtuvo de cuatro ovejas que recibieron heno de gramíneas y concentrado en proporción 2:1 y administrados en dos tomas diarias. El contenido ruminal extraído de cada animal se filtró a través de cuatro capas de gasa y se trasladó inmediatamente al laboratorio. El fluido ruminal se mezcló con el medio de cultivo descrito por Goering y Van Soest (1970) en una relación 1:4 (vol/vol) a 39°C bajo gaseado continuo con CO₂, dosificándose 20 ml de la mezcla en cada vial mediante una bomba peristáltica (Watson-Marlow 520UIP31). Los viales se cerraron herméticamente y se incubaron a 39°C durante 120 horas. Adicionalmente se incluyeron viales sin sustrato (blancos) para corregir por la producción de gas procedente del inóculo. Se midió la producción de gas en cada vial a las 3, 6, 9, 12, 21, 25, 30, 35, 48, 60, 72, 96 y 120 horas. La presión y el volumen de gas producido durante la fermentación de los sustratos se midió utilizando un manómetro (Widereager Wide Range Pressure Meter; Sper Scientific LTD, Scottsdale, AZ, USA) y una jeringa plástica graduada. Las incubaciones se realizaron utilizando el inóculo de cada oveja por separado, para obtener cuatro réplicas por tratamiento. Los datos de producción de gas medidos en cada vial a cada tiempo de muestreo se ajustaron al modelo: $y = PP (1 - e^{-(c(t - Lag))})$, en el que c representa el ritmo fraccional de producción de gas, PP su producción potencial, Lag es el tiempo necesario para que comience la producción de gas y t es el tiempo de medida. El ajuste de los datos se llevó a cabo utilizando el procedimiento NLIN del paquete estadístico SAS (version 7; SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA). El ritmo medio de producción de gas (RM; ml/h) se definió como el ritmo de producción de gas entre el inicio de la incubación y el tiempo al que se alcanzó el 50% de la producción potencial de gas y se calculó según la siguiente fórmula: $RM = (PP \cdot c) / 2 [\ln(2) + (c \times Lag)]$. La degradabilidad efectiva de la materia seca (DEMS) se calculó como: $DEMS = (DMS_{120} \times c) / (c + k_p)$ e $(-c \cdot Lag)$ para valores de k_p (ritmo de paso a través del rumen) del 2,5% (DEMS_{2.5}) y 6,0% por hora (DEMS₆). Estos valores corresponden a ritmos de paso en animales en mantenimiento y en un nivel medio de producción, respectivamente. Asimismo, se determinó la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS).

La relación entre la composición química y los resultados obtenidos de la incubación *in vitro* fue evaluada mediante un análisis de correlación simple usando el procedimiento PROC CORR del paquete estadístico SAS. Los parámetros que mostraron una correlación significativa ($P < 0,05$) fueron usados para obtener las ecuaciones de predicción usando el procedimiento STEPWISE del paquete estadístico SAS.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se pueden ver los valores de composición química obtenidos. El rango de valores osciló entre el 94,8 y el 88,7% para la MO, entre el 14,0 y el 15,6% para la humedad, entre el 76,6 y el 42,4% para la FND, entre el 51,7 y el 29,1% para la FAD, entre el 24,8 y el 13,6% para la LAD, entre el 19,5 y el 0,40% para el EE, entre el 14,7 y el 8,3% para la PB, entre el 7,6 y el 3,3 para la PB ligada a FAD, entre el 20,2 y el 0,8% para el contenido en azúcares, entre los 23,6 y los 19,5 MJ/kg materia seca y entre los 29,2 y los 5,3 mg equivalentes de ácido gálico/g materia seca. La variabilidad en la composición es debida a los tratamientos recibidos o al momento de muestreo. Los valores de composición química estuvieron dentro del rango señalados por otros autores para muestras de orujo de aceituna (revisados por Molina-Alcaide y Yáñez-Ruiz, 2008).

Tabla 1. Composición química de muestras de orujo graso de aceituna recogidas a diferentes tiempos de almacenamiento en la balsa

Item ¹	Humedad	MO	FND	FAD	LAD	EE	PB	PB/FAD	Azúcares	EB	Polifenoles
ORJ1	13,1	92,3	52,8	38,5	20,9	0,46	10,3	6,5	19,7	20,0	27,0
ORJ2	10,1	91,9	53,8	38,7	20,4	2,65	10,0	6,5	10,6	19,5	29,2
ORJ3	10,2	92,5	55,9	39,8	19,7	2,15	9,9	5,0	8,0	20,0	25,3
ORJ4	11,3	91,6	66,1	46,9	22,3	3,15	11,1	6,1	4,7	19,8	22,8
ORJ5	9,2	93,5	75,1	51,1	23,3	2,16	10,8	4,9	3,3	20,1	16,7
ORJ6	12,7	93,4	76,6	51,7	24,0	0,47	10,9	5,0	1,9	20,8	15,4
OGR1	7,6	93,1	44,5	32,5	17,2	10,4	8,7	4,7	20,2	21,7	12,2
OGR2	10,2	92,5	49,4	36,5	19,1	11,8	9,7	6,0	10,6	21,9	11,5
OGR3	9,4	92,5	51,3	36,6	18,2	8,64	9,8	5,2	8,0	21,5	12,4
OGR4	11,2	92,8	61,7	43,8	20,9	11,8	10,1	5,8	3,3	22,0	9,6
OGR5	7,9	94,8	65,2	45,3	20,4	10,3	9,3	4,4	3,3	22,0	7,7
OGR6	13,8	93,4	71,2	46,8	20,9	10,0	10,3	4,5	2,9	22,8	6,4
OGS1	7,6	91,2	49,5	35,5	18,4	13,1	11,3	5,2	1,1	23,1	14,8
OGS2	6,8	94,1	63,2	44,8	19,7	11,1	8,3	3,3	0,8	22,1	9,3
OGS3	7,6	90,5	55,4	38,9	20,0	14,5	11,0	4,6	1,1	22,5	10,6
OC1	7,0	90,1	42,4	30,6	17,7	14,8	13,2	5,9	1,4	23,6	16,0
OC2	5,6	91,0	42,6	29,1	13,6	17,2	12,6	5,7	1,6	23,5	14,7
OC3	8,3	88,7	45,4	32,1	19,0	19,5	13,9	6,8	1,1	23,5	11,8
OE1	14,0	89,4	60,6	43,4	23,4	0,40	14,7	7,6	1,5	20,4	11,6
OE2	9,7	92,0	69,7	47,1	21,4	2,10	10,9	5,7	0,8	19,9	10,4
OE3	12,7	90,8	69,5	49,4	24,8	0,50	11,7	5,7	1,2	19,9	8,6
OGP1	12,6	92,6	60,4	44,0	22,1	11,0	10,4	6,1	1,4	22,4	5,8
OGP2	13,2	94,0	69,7	48,7	22,4	14,4	9,7	4,5	0,8	22,5	5,5
OGP3	12,4	92,9	65,2	46,6	23,9	12,6	9,6	4,9	1,3	22,4	5,3

MO: Materia Orgánica; FND: Fibra Neutro Detergente; FAD: Fibra Ácido Detergente; LAD: Lignina Ácido Detergente; PB: Proteína Bruta; PB/FAD: Proteína ligada a FAD; EB: Energía Bruta. ¹ g/100 g materia seca, excepto humedad (g/100 g materia fresca), energía bruta (MJ/kg) y polifenoles (mg equivalentes de ácido gálico/g materia seca).

En la Tabla 2 se muestran las ecuaciones obtenidas para predecir la DIVMS y los parámetros de la cinética de producción de gas a partir de la composición química. Las ecuaciones de predicción de la DIVMS, PP y RM tuvieron valores de R^2 superiores a 0,830, mientras que los valores para las ecuaciones para c y el Lag fueron bajos (0,570 y



0,232, respectivamente). El contenido en azúcares y polifenoles fueron los parámetros de composición química que mejor estimaron la DIVMS y los parámetros de producción de gas y estuvieron presentes en todas las ecuaciones siempre con una relación positiva. El contenido en polifenoles tuvo una R^2 parcial de 0,651 en la ecuación de predicción de la DIVMS. En el resto de ecuaciones fue el contenido en azúcares el que tuvo una mayor R^2 parcial. El contenido en FAD y LAD tuvo una reducida R^2 en las ecuaciones para DIVMS y PP. El elevado valor predictivo de los azúcares puede ser debido a que son fácilmente fermentables, por lo que una mayor cantidad significaría un valor más alto de DIVMS y los parámetros de producción de gas. En el caso de los polifenoles, sería esperable una relación negativa con la DIVMS, ya que son compuestos que generalmente reducen la degradabilidad ruminal. Sin embargo, en este caso se observó una evolución paralela del contenido en azúcares y en polifenoles, lo que justificaría su relación positiva con la DIVMS y los parámetros de producción de gas.

Tabla 2. Ecuaciones de predicción de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y los parámetros de la cinética de producción de gas a partir de la composición química

Parámetro ¹	Ecuación	R ²	p ²
DIVMS	$36,67(\pm 6,026) - 0,447(\pm 0,129) \text{ Fibra ácido detergente} + 0,832(\pm 0,172) \text{ Azúcares} + 0,879(\pm 0,141) \text{ Polifenoles}$	0,896	***
PP	$91,27(\pm 13,87) - 2,758(\pm 0,630) \text{ Lignina ácido detergente} + 2,761(\pm 0,330) \text{ Azúcares} + 1,759(\pm 0,274) \text{ Polifenoles}$	0,934	***
c	$-1,090(\pm 0,462) + 0,008(\pm 0,003) \text{ Humedad} + 0,011(\pm 0,005) \text{ Materia orgánica} + 0,004(\pm 0,001) \text{ Azúcares}$	0,570	***
Lag	$0,093(\pm 0,057) + 0,021(\pm 0,008) \text{ Azúcares}$	0,232	*
RM	$0,875(\pm 0,214) + 0,176(\pm 0,020) \text{ Azúcares} + 0,064(\pm 0,017) \text{ Polifenoles}$	0,892	***
DEMS_{2,5}	$15,41(\pm 1,562) + 0,849(\pm 0,144) \text{ Azúcares} + 0,584(\pm 0,122) \text{ Polifenoles}$	0,849	***
DEMS₆	$10,16(\pm 1,227) + 0,686(\pm 0,113) \text{ Azúcares} + 0,394(\pm 0,096) \text{ Polifenoles}$	0,836	***

¹ PP: producción potencial de gas; c: ritmo fraccional de producción de gas. Lag: tiempo hasta que empieza la producción de gas; RM: ritmo de producción de gas hasta que se logra la mitad de la PP; DEMS_{2,5} y DEMS₆: degradabilidad efectiva de la materia seca para ritmos de paso del 2,5 y 6,0%, respectivamente.

² * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$.

CONCLUSIONES

El contenido en azúcares y polifenoles fueron los parámetros de composición química que mostraron una mayor correlación con la digestibilidad *in vitro* y algunos parámetros de producción de gas. El contenido en azúcares y polifenoles permitió explicar el 85% y 84% de la variabilidad de la degradabilidad efectiva de la materia seca para niveles de ingestión bajos (DEMS_{2,5}) y medios (DEMS₆) respectivamente, por lo que podría utilizarse con fines predictivos.

BIBLIOGRAFIA

- AOAC. 1999. Official Methods of Analysis, Editorial Association of Official Analytical Chemists. (16th ed., 5th rev.), Internacional.
- Carro, M.D. 2001. Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim., 16: 5-27.
- Del Prado, A., Mas, K., Pardo, G., Gallejones, P. 2013. Sci. Total Environm., 465: 156-165.
- Goering, H. K., Van Soest, P. J. 1970, Agricultural Research Service-USDA, Washington, D.C.
- Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., Schneider, W. 1979. J. Agr. Sci., 93: 217-222.
- Molina, E., Yáñez-Ruiz, D.R. 2008. Anim. Feed Sci. Tech., 147: 247-264.
- SAS 1999-2001. SAS 7. STAT User's Guide (Release 8.2). SAS Inst. INC., Cary, NC.
- Singleton, V.L., J.A. Rossi 1965. American Journal of Enology and Viticulture 16:144-158.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. J. Dairy Sci., 74: 3583-3597.
- Yemen, E.W., Willis, A.J. 1954. Biochem. J., 57: 508-514.



MEJORA DE LA PRODUCCIÓN DEL CALOSTRO EN CERDAS LACTANTES

Sánchez-Bayo, María

Tutor: Alvir, María Remedios

Departamento de Producción animal E.T.S.I. Agronómica Alimentaria y de Biosistemas Universidad Politécnica de Madrid

m.sanchez-bayo@alumnos.upm.es

RESUMEN

La provisión de calostro de la cerda a los lechones es esencial, pues aporta al lechón un alimento con todos los nutrientes y anticuerpos necesarios. Para mejorar la producción en una explotación con un gran número de cerdas es conveniente inducir un parto sincronizado, mediante un tratamiento hormonal con prostaglandinas, que a su vez, induce una mayor concentración de prolactina en sangre, la cual estimularía una mayor secreción de lactosa para una mayor y mejor cantidad de leche. También, se tratan las cerdas con oxitocina para así acelerar el parto y reducir el número de partos distócicos. Con la mayor producción y mejora de la calidad del calostro se pretende así que los lechones adquieran todas las inmunoglobulinas necesarias para su supervivencia y mejor crecimiento. En caso de no ser así, se les puede suministrar probióticos si bien son necesarios más estudios para comprobar una mayor protección inmunitaria.

Palabras clave: *Oxitocina, prostaglandinas, inmunoglobulinas*

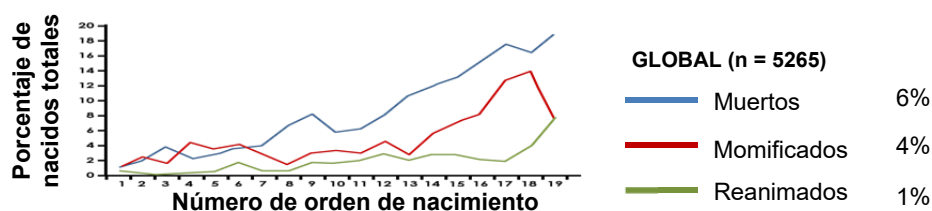
INTRODUCCIÓN

El calostro es la primera secreción de la glándula mamaria después del parto, que aportará al lechón durante las primeras horas de vida los nutrientes necesarios para su crecimiento y anticuerpos, como las inmunoglobulinas, que son esenciales para no contraer enfermedades, como leemos en el artículo de Mota et al. (2014). El objetivo del trabajo es el estudio de las diferentes vías para mejorar la calidad del calostro tales como el aporte de oxitocina o el de prostaglandinas.

CAUSAS DE SU BAJA PRODUCCIÓN

La provisión de calostro a los lechones es absolutamente esencial, se trata de un alimento adaptado a su sistema digestivo y metabolismo, que les proporciona protección contra microorganismos patógenos, suprime reacciones inflamatorias en el tracto gastrointestinal y suplementa las enzimas digestivas. La baja producción del calostro se debe muchas veces a la cantidad de partos distócicos, en los que aumenta la posibilidad del síndrome MMA (Mastitis – Metritis – Agalaxia) y la probabilidad de muerte de los lechones. Se considera distócico un parto de una duración de más de 5 horas y un intervalo entre lechones de más de 30 minutos. El orden en el nacimiento influye en la mortalidad. Así en la figura 1 (Guillou, 2011, extraída de Santomá, 2012) puede observarse que la mortalidad de los lechones hermanos nacidos entre los primeros lugares es inferior a los últimos lugares y que a partir del séptimo lugar el porcentaje de lechones muertos aumenta considerablemente.

Figura 1. Lechones muertos, momificados y reanimados dependiendo del orden de nacimiento (Guillou, 2011, extraída de Santomá, 2012)





TÉCNICAS PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN

La producción de leche de las cerdas tiene gran variación y depende de muchos factores que influyen directamente sobre las glándulas mamarias y/o el sistema metabólico general.

Para mejorar la producción en una explotación con muchas cerdas, primero es conveniente inducir el parto para un mejor control de la descendencia, obteniendo así una mayor y mejor cantidad de leche, y por tanto, de calostro.

Para sincronizar los partos, la mejor manera es inducirlos, pues así obtendremos los partos en horas de trabajo normal; ya que de no hacerlo, la mayoría de las cerdas tienden a parir por la noche, cuando hay más tranquilidad; y reduciendo así las posibles complicaciones postparto. Para que comience el parto es necesario que disminuya la progesterona, aumente la concentración de relaxina, corticoides, estrógenos, prostaglandinas y prolactina. La inducción del parto en la cerda debe hacerse después del día 111 de gestación, para que no se vea afectada la supervivencia de los lechones.

Según el trabajo de Rocha (2013), la práctica más frecuente para inducirlo es una inyección de prostaglandinas (PGF_{2α}) en el día 112 de gestación, pues en ese momento se están generando todos los cambios hormonales necesarios, y dicha inyección estimulará la luteolisis, que acelerará la disminución de la concentración de progesterona en un 70% a las 12 horas. En este momento el útero es estimulado por la acción de los estrógenos que al aumentar forman receptores para oxitocina en el miometrio del útero. A partir de ese momento comienzan las contracciones características del parto y podemos estimar que el tiempo entre la inyección y el parto es de aproximadamente 25-30 horas. Al inducir el parto y saber cuándo la cerda va a parir, podemos controlar mejor el nacimiento de los lechones, lo que disminuye los lechones nacidos muertos y por tanto aumenta la cantidad de calostro. Así en el trabajo de Rocha (2013) puede observarse (tabla 1) como la inyección de PGF_{2α} a dosis de 10ml y 20ml aumenta de forma significativa el porcentaje de lechones nacidos vivos, además de una disminución de lechones nacidos muertos entre el tratamiento 2 frente al testigo.

Tabla 1. Relación: lechones vivos y muertos con diferentes tratamientos de PGF_{2α} (Rocha, 2013)

PARÁMETRO	TESTIGO 30 partos con gestación de 112 días 2mL de placebo con suero salino fisiológico a las 9:00.	TRATAMIENTO 1 30 partos con gestación de 112 días 10mL de PGF _{2α} intramuscular a las 9:00.	TRATAMIENTO 2 30 partos con gestación de 112 días 20mL de PGF _{2α} intramuscular a las 9:00.
Días de gestación	114,05 ± 1,19 a	113,55 ± 0,75 a	113 ± 0,85 b
Lechones Nacidos Vivos	9,3 ± 1,26 a	10,25 ± 1,20 b	11,4 ± 1,35 c
Lechones Nacidos Muertos	1,25 ± 1,01 a	0,8 ± 0,69 ab	0,65 ± 0,74 bc

También, la oxitocina es utilizada para acelerar el parto de las cerdas que se encuentran ya pariendo, con el objetivo de que las madres estén menos fatigadas y así reducir el número de lechones que mueren durante el parto, ya que una alta mortalidad influye en la baja producción de calostro. Sin embargo, Tokach (2006) considera que un mal uso de dicha hormona puede aumentar considerablemente el número de muertes en el parto. Si se suministra antes de lo debido, esta puede inducir la producción de contracciones antes de que los lechones estén preparados para nacer, y provocar así la rotura del cordón umbilical antes de tiempo y la muerte del feto. Por ello, su utilización debería ser una vez nacida ya media camada, cuando el intervalo entre lechones sea mayor de lo normal y, cuando la cerda se encuentre fatigada.

Las prostaglandinas también son muy importantes a la hora de estimular una mayor concentración de lactosa, si se consigue una duración normal de la gestación. En los trabajos de Rocha (2013) referentes a la inducción y sincronización de partos en cerdas a



diferentes dosis de prostaglandina F_{2α}, muestra que, el tratamiento hormonal induce una mayor concentración transitoria de prolactina en sangre a las 24 horas antes del parto, la cual estimula una mayor secreción de lactosa.

En ese período también se observó una mayor concentración sanguínea de cortisol, el cual estimula la acción de la prolactina a nivel de los receptores de esta hormona en las células epiteliales de la glándula mamaria.

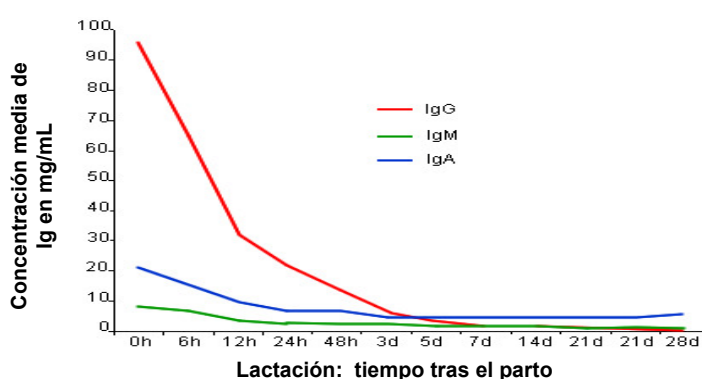
Por otro lado, las cerdas tienen una placenta epiteliocorial, es un tipo de placenta que no permite el paso de las inmunoglobulinas (Ig) de la madre a los fetos. Por tanto, los lechones son agammaglobulinémicos, es decir: que tienen muy pocas inmunoglobulinas al nacer, con lo que son muy propensos a contraer infecciones de neonatos. Por todo esto es necesario controlar las inmunoglobulinas en la cerda, para que pueda traspasarlas a los lechones a través del calostro.

Las inmunoglobulinas que se producen en el calostro son: el 40% de las IgA, que está presente en las mucosas, se encarga de eliminar los patógenos antes de traspasárselos al lechón; el 85% de las IgM, que es la primera inmunoglobulina que se produce en el desarrollo fetal y su síntesis disminuye a medida que aumenta la de IgG, también ataca a los patógenos, pero más rápido; y el 100% de las IgG, que es la principal inmunoglobulina presente en sangre y se produce de una manera muy intensa en muy pocas horas, neutraliza los patógenos que llegan a la vía hepática. También encontramos la IgE, que representa menos de un 0,01% de las inmunoglobulinas séricas pero que juega un importante papel en las infecciones parasitarias.

Este alto contenido en las IgG en el calostro, aproximadamente en 70% de las inmunoglobulinas séricas, se debe a la acumulación de Igs plasmáticas en la glándula mamaria. Todo esto sucede en el último mes de gestación y para en el momento del parto cuando el calostro se transforma en leche (Bourne y Curtis, 1973).

Según Jensen et al. (2001) el lechón absorbe el calostro mediante un proceso de transcitos selectiva, que abarca las 36 horas primeras de vida, debido a que las tasas de concentración de dichas inmunoglobulinas disminuyen rápidamente, como se puede observar en la figura 2, tras 6 horas después del parto, el calostro pierde 1/3 de sus inmunoglobulinas IgG, y a las 12 horas pierde los 2/3 de ellas (Klobasa y Butler, 1987). Estas inmunoglobulinas protegen al lechón frente a infecciones de tipo sistémico.

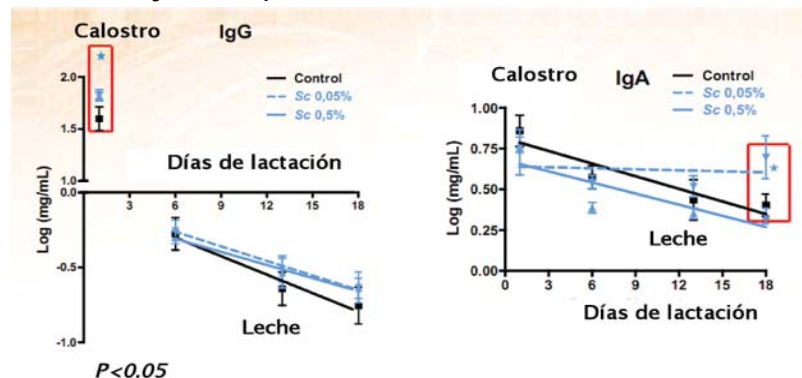
Figura 2. Disminución de IgG, IgM e IgA con el paso de las horas postparto (Koblasa y Butler, 1987)



Para mejorar esta protección inmunitaria se han realizado estudios sobre si la administración de probióticos al alimento de la cerda aumentaría el contenido de Igs en el calostro. Este efecto se observó en un estudio de Salmon et al., 2009 (extraído de Barroso, 2013), con cerdas Large White y Landrace, al administrar *Saccharomyces cerevisiae* (Sc). Como se puede comprobar en la figura 3, el aporte de Sc, tanto en la dosis de 0,5% como en la de 0,05%, se encuentra una mayor concentración de IgG calostrual en los primeros días de lactación frente al control. Sin embargo vemos que la

dosis de 0,5% disminuye la concentración de IgA por debajo del control, mientras que la de 0,05% la mantiene durante los primeros días de lactación.

Figura 3. Influencia de *Saccharomyces cerevisiae* sobre los niveles de IgG e IgA en el calostro y leche (Salmon, 2009, extraída de Barroso, 2013)



CONCLUSIÓN

El calostro es el suministro de las inmunoglobulinas y nutrientes necesarios para la supervivencia del lechón. Para mejorar su producción y calidad es necesario inducir el parto, acelerar el proceso lo más posible para evitar distocias y suministrar el calostro a los lechones cuanto antes para que adquieran más anticuerpos.

AGRADECIMIENTOS

José Gabriel Caso, Beltrán Díaz, Pilar García y María Remedios Alvir.

BIBLIOGRAFIA

- BARROSO, L. (2013) Efecto de las levaduras vivas sobre la inmunidad de las cerdas y sus lechones [en línea]. Disponible en: <http://revistaavances.com/efecto-de-las-levaduras-vivas-sobre-la-inmunidad-de-las-cerdas-y-sus-lechones/>, 26-marzo-2017.
- BELLOC, C. (2013) El calostro, transmisor de la inmunidad de la cerda al lechón [en línea]. Disponible en: https://www.3tres3.com/rinitis-atrofica/el-calostro-transmisor-de-la-inmunidad-de-la-cerda-al-lechon_31588/, 21-mar-2017.
- BOURNE, F.J., CURTIS, J. (1973) The transfer of immunoglobins IgG, IgA and IgM from serum to colostrum and milk in the sow. *Immunology* 24, 157–162.
- JENSEN, A.R., ELNIF, J., BURRIN, D.G., SANGILD, P.T. (2001). Development of intestinal immunoglobulin absorption and enzyme activities in neonatal pigs is diet dependent. *J. Nutr.* 131, 3259–3265.
- KLOBASA, F., WERHAHN, E., BUTLER, J.E., (1987) Composition of sow milk during lactation. *J. Anim. Sci.* 64, 1458–1466.
- MOTA, D., RAMIREZ, R., ROLDAN, R., MARTINEZ, R., BOLAÑOS, D. (2014) La importancia del calostro. [en línea]. Disponible en: <http://bmeditores.mx/la-importancia-del-calostro/>, 27-feb-2016.
- ROCHA, J. (2013) Inducción y sincronización de partos en cerdas a diferentes dosis de prostaglandina F2 α . [en línea]. Disponible en: <http://ninive.uaslp.mx/jspui/bitstream/i/3432/1/IAZ11IND01301.pdf> 10-3-17.
- SANTA, A. Y ERICES, J. (1992) Utilización de hormonas en la reproducción y parto de la cerda [en línea]. Disponible en: <http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/index.php/MMV/article/view/4990/4875#af1/>, 03-mar-2016.
- SANTOMÁ, G. (2012) Medidas nutricionales ante la productividad de la cerda actual (2ª parte) [en línea]. Disponible en: http://www.produccionbovina.com/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/47-medidas_nutricionales.pdf, 21-mar-17
- TOKACH, M. (2006) Un mal uso de la oxitocina puede producir un mayor número de abortos [en línea]. Disponible en: <http://www.agrodigital.com/PIArtStd.asp?CodArt=44493>, 03-mar-2016.



APPLICATIONS OF SOLAR PHOTOVOLTAIC TECHNOLOGY IN AGRICULTURE: A REVIEW

Zhou, Tingyi; Wang, Huaxin; Sevillano, Leydi Giovanna
Tutor: Muñoz, Miguel Angel; Moreda, Guillermo
Dep. Ingeniería Agroforestal, LPF-TAGRALIA, ETSIAAB, UPM
zhou1995108@126.com

ABSTRACT

Solar photovoltaic (PV) energy plays an important role in agriculture activities. The contribution of PV energy to the total agriculture consumed energy experienced a booming, rising from 0.002% in 2004 to 0.331% in 2014 in the EU-28. PV is also an effective solution for agriculture land use. In Spain, a 100 GW PV plant requires 0.3% (80,000 ha) of total crop area (24 million ha) and its energy output would meet 13% of total energy consumption (120 Mtoe). This review mainly concentrated on two specific applications of solar PV technology in the field of agriculture viz. solar PV water pumping system and solar PV greenhouse. The state-of-the-art, physical and economic feasibility, opportunities and challenges are briefly presented.

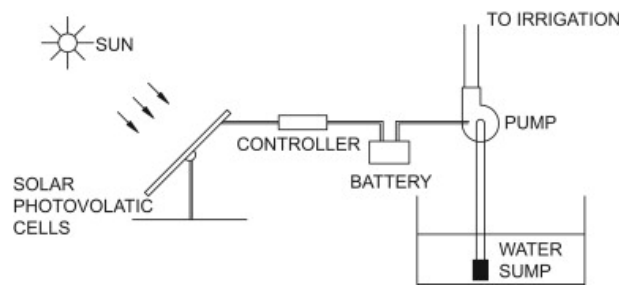
Keywords: *Solar energy, irrigation, water pumping, greenhouse*

INTRODUCTION

The price of traditional fuel like coal keeps rising. It was estimated that in 2040, the price of coal in Europe will rise 32.24% compared to that in 2015 (Giannakopoulou, E., Henbest, S. 2015). Meanwhile, the burning of traditional fuels has created a large amount of pollution (United Nations Development Programme, 2000). Researchers are struggling to new energy sources, such as solar photovoltaic (PV) energy. In many rural areas far from the electricity grid, connecting the power network represents a high cost for locals. As a result of the fact that agricultural production requires sufficient electricity supply, the ideal of building a solar self-generating system is becoming popular. (IEA, 2016). The objective of this work was to conclude the investigations of the specific applications of PV technology on agriculture. We mainly discussed the solar PV water pumping (SPVWP) system and solar PV greenhouse system. In this work, we focused on the performance of the two applications with multiple technologies in different locations. And its social-economic impact was also our concentration.

SOLAR PHOTOVOLTAIC WATER PUMPING SYSTEM

A typical SPVWP system contains PV arrays, a battery bank, pump and controller, as shown in Figure 1 (Gopal et al., 2013). PV arrays convert solar energy into electricity. The energy from PV generator, then, is consumed by motors in water pumps or stored in the batteries, which is a reservoir for pump working at low irradiance condition. SPVWP systems have shown satisfactory performance worldwide. In South Sinai, Egypt, Gad (2009) calculated the potential pumping capacity of a four-module SPVWP system which was 21.47 l/day in equinoxes for 6.48 hours, 24.06 l/day in summer solstice for 7.77 hours and 12.12 l/day in winter solstice for 4.15 hours in total, at irradiance of 500 W/m². It was calculated that the PV array efficiency (the ratio of energy output to solar irradiation input) reaches 13.86% in winters and 13.91% in summers.

Figure 1. Solar Photovoltaic Water Pumping System. From Gopal et al., (2013).

By comparing the performance of SPVWP systems with other systems, we can clearly find its advantages. Saidou et al. (2013) investigated the performance of a SPVWP system in a village in Niger and claimed that the PV system was cost-effective compared to other systems. Chaurey et al. (1993) introduced a PV pumping system in a typical Indian village, which has operated stably for more than two years without major malfunction. The system was found to be able to replace the hand pump. Another study in Egypt on a SPVWP system established for sprinkling and dripping irrigation concluded that the cost of SPVWP system is less than other types of pumping methods such as grid connected or diesel powered methods (Mahmoud and el Nather, 2003).

SPVWP systems have become a popular option owing to their outstanding performance. The directions to improve these systems are also widely discussed. The factors influencing the performance of a SPVWP system are various, for instance, temperature. An investigation carried out by Abdolzadeh et al. (2011) showed that the system pump flow rate had a significant increase ranging from 24% to 34% as a result of module cooling. Similarly, Azadeh et al. (2010) covered the surface of PV modules with a thin film of water, they found an increase in power generated by arrays. In another investigation, Abdolzadeh and Ameri (2009) gave more specific data about the effect of cooling PV modules, by cooling PV modules with water, the PV efficiency grew 12.5%. In this case, the daily mean flow rate of the pump also increased from 479 l/h to 644 l/h. Apart from temperature, the intensity of irradiance is also an important factor. Whitfield et al. (1995) concentrated the solar irradiance with optical system consists of shaped lenses, mirrors and Fresnel lenses. On the other hand, with a careful choice of pump, the day average efficiency of the system could be increased by 20%.

Investigations have shown that SPVWP system performed well in the economic aspect. In a research conducted in Algeria, Hamidat (1999) analyzed the electrical and hydraulic performances of a SPVWP system. The average cost of this 14.5m head system was \$0.04/m³ in its 20-year lifetime. It was concluded that the SPVWP system is suitable for remote areas in Sahara. Another important effect of SPVWP systems is on environment. Kumar et al. (2007) developed a CO₂ quantification method and studied a system with 1.8 kW_p SPVWPS at 5.5 kWh/m² average daily irradiation. The unit cost of CO₂ emission mitigation of SPVWPS is \$169.38 compared to that of traditional energy source of \$405.06. The research conducted in Wyoming, Montana, Idaho, Washington, Oregon and Texas of USA (Meah et al., 2008) also suggested the outstanding performance of PV water pumping system as well as great contribution to CO₂ emissions decrease.

SOLAR PHOTOVOLTAIC GREENHOUSE

In a greenhouse, energy is consumed in thermal or electrical form, contributing to an important cost in the maintenance of the production process. The PV greenhouse is an intelligent combination of PV panels and greenhouse, in which the PV part is used mainly to power the fundamental electrical appliances.



At Decimomannu (Italy), Cossu et al. (2014) estimated the cherry tomatoes and electricity productions from a 50-50 PV greenhouse, of which the 50% roof was covered by PV panels. Nevertheless, the considerable economic benefit from the PV generating electricity, the primary objective of the PV greenhouse, *viz.* yield of tomatoes, decreased at 11% compared to conventional greenhouse with plastic cover. The author concluded that a thoughtful design contributed to promote the PV greenhouse capable of producing income from both electric power and agricultural activity. Another application of PV greenhouse is drying. In India, Barnwal and Tiwari (2008) designed a hybrid photovoltaic-thermal (PV/T) greenhouse dryer was used to dry grapes to produce raisins for better product quality, increasing all those characteristics that make the product more appealing to the consumer such as flavor, texture and color. The drying process was significantly faster and safer, compared to natural open method. Janjai et al. (2008) studied a PV-ventilated solar greenhouse dryer for longan and banana at Nakhon Pathom (Thailand), which featured better-quality product and overall acceptance than sun dried products. This drier worked with forced convection air and was a good alternative to traditional methods, as it reduced the drying period between 30% and 50%. Meanwhile, its payback time (2.3 years) is much shorter than the expected life of the dryer (15 years).

Greenhouses placed in remote locations, without access to the local or national electrical grid, can be off-grid thanks to PV technologies. Since solar radiation is not available 24 hours, and usually the demand increases during the night, it is necessary to use of some form of power back up arrangements, such as batteries. To solve this problem Ganguly et al. (2009) modeled an integrated power system suitable for greenhouses. This system integrates a PV panel and an electrolyzes that can produce H_2 , to feed fuel cells that act as batteries.

CONCLUSIONS

SPVWP systems have been showing tremendous contribution to both environment and the development of remote regions, and practical methods were introduced to optimize those systems around the world. Moreover, PV can also be adapted to several applications in the greenhouse field. It can be an implementation for an autonomous farm or integrated as an important element of the production. And with the improvement of technologies, it can solve the contradiction between development and environment.

REFERENCES

- Abdolzadeh M., Ameri M., 2009. *Renew. Energy* 34, 91–96.
- Abdolzadeh M., Ameri M., Mehrabian M. a., 2011. *Energy Sources, Part A Recover. Util. Environ. Eff.* 33, 1546–1555.
- Ganguly A., D. Misra, S. Ghosh, 2010, *Energy Build.* 42, 2036–2043.
- Barnwal, P., Tiwari, G. N., 2007. *Sol. Energy* 82, 1131–1144.
- Chaurey A., Sadaphal P.M., Tyaqi D., 1993. *Renew. Energy*, 3, 961–964.
- Gad H.E., 2009. Thirteenth International Water Technology Conference, IWTC13 2009 Hurghada, Egypt, 739–751
- Giannakopoulou, E., Henbest, S. 2015, from <https://www.bnef.com/dataview/new-energy-outlook/index.html>
- Gopal C., Mohanraj M., Chandramohan P., Chandrasekar P., 2013. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 25, 351–370.
- Hamidat A., 1999. *Renew. Energy* 18, 383–392.
- IEA Trends 2016 in Photovoltaic Applications, 2016. International Energy Agency.
- Janjai S., N. Lamlert, P. Intawee, B. Mahayothee, B.K. Bala, M. Nagle, J. Müller, 2009, *Sol. Energy* 83, 1550–1565.
- Kordzadeh, Azadeh., 2010. *Renew. Energy* 35, 1098–1102.
- Kumar A, Kandpal TC. *Int J Sustain Energy* 2007, 26, 159–166
- Mahmoud E., el Nather H., 2003. *Appl. Energy* 74, 141–147.
- Meah K., Flecher S., Ula S., *Renew Sustain Energy Rev.* 2008, 12, 472–487
- Cossu M., L. Murgia, L. Ledda, P.A. Deligios, A. Sirigu, F. Chessa, and A. Pazzona, 2014, *Appl. Energy* 133, 89–100.
- Saidou M., Mohamadou K., Gregoire S., 2013. *INTECH Open Access Publ.* 183–194.
- United Nations Development Programme, World Energy Assessment, 2000. *Energy and the challenge of Sustainability.* Whitfield G.R., 1995. *Renew. Energy* 6, 483–486.





INFLUENCIA DEL NIVEL DE PROTEÍNA Y SU PROTECCIÓN EN LA FERMENTACIÓN IN VITRO DE UNA DIETA CON ALTO CONTENIDO EN CEREALES

Haro, Andrés Norberto

Tutores: Carro, María Dolores y González, Javier

Departamento de Producción Agraria, ETSIAAB, Universidad Politécnica de Madrid
an.haro@alumnos.upm.es

RESUMEN

La baja eficiencia de utilización de la proteína por los animales rumiantes puede mejorarse reduciendo la degradación ruminal de las proteínas mediante diferentes tratamientos, entre los que destacan por su eficacia los tratamientos con calor y con ácidos. En algunos estudios se demostró la eficacia del tratamiento con ácido málico y calor para proteger de la degradación la proteína de girasol y mejorar su fermentación ruminal *in vitro*, pero no se ha determinado el efecto cuando las materias primas protegidas forman parte de dietas completas. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos del nivel de proteína y los tratamientos de la harina y semilla de girasol con ácido málico y calor en la fermentación *in vitro* de dietas con alto contenido de cereales. Se formularon cuatro dietas con un alto contenido en cereales, que contenían dos niveles de proteína (13% y 17%) y proteína de girasol (harina y semilla) protegida o sin proteger (control). La protección de la harina y semilla de girasol se realizó pulverizando con una solución de ácido málico 1 M (400 ml/kg) y secando posteriormente en una estufa a 150 °C durante 1 h. Las dietas se incubaron *in vitro* con líquido ruminal y se determinaron los principales parámetros fermentativos *in vitro* en las dietas. El tratamiento de protección de la proteína de girasol redujo ($p < 0,001$) la concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$, pero no afectó a la producción de CH_4 . Este tratamiento no afectó de forma negativa a los parámetros fermentativos, lo que indica que redujo la degradación de la proteína sin afectar a la degradación ruminal del resto de componentes de la dieta. Las dietas con un 13% de proteína se fermentaron en mayor medida que las dietas con un 17%, lo que se atribuyó a su mayor contenido en cereales. Son necesarios estudios con animales para comprobar la efectividad de este tratamiento en la práctica.

Palabras clave: Ácido málico, proteína de girasol, tratamiento térmico

INTRODUCCIÓN

La eficiencia de utilización del nitrógeno ingerido en los animales rumiantes es baja, por lo que contribuyen en gran medida a la emisión de nitrógeno al medioambiente. Estas emisiones pueden ser reducidas mediante la mejora de la eficiencia del uso de la proteína alimentaria (Dijkstra *et al.*, 2013). La semilla y harina de girasol son fuentes proteicas vegetales que tienen una rápida velocidad de degradación ruminal, por lo que la protección de su proteína mediante tratamientos con ácidos y calor puede reducir su degradación en el rumen y trasladar el lugar de la digestión de la proteína del rumen al intestino delgado. En un trabajo previo de nuestro grupo se observó la eficacia del tratamiento con ácido málico y calor para proteger la degradación de la proteína de girasol y mejorar la fermentación ruminal *in vitro* (Vanegas *et al.*, 2017a), pero no se determinó el efecto de este tratamiento cuando las materias primas protegidas forman parte de dietas completas. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos del nivel de proteína y los tratamientos de la harina y semilla de girasol con ácido málico y calor en la fermentación *in vitro* de dietas con alto contenido de cereales.



MATERIAL Y MÉTODOS

Se formularon cuatro dietas con dos niveles de proteína (13% y 17%), que contenían proteína de girasol (semilla y harina) protegida frente a su degradación ruminal (dietas 13TR y 17TR) o sin proteger (13CON y 17CON). La composición en ingredientes y la composición química de las dietas se muestran en la Tabla 1. La protección de la harina y semilla de girasol se realizó pulverizando las materias primas con una solución de ácido málico 1 M (400 ml/kg) y secando posteriormente en una estufa a 150 °C durante 1 h. Todas las dietas se molieron a 1 mm antes de las incubaciones *in vitro*.

Tabla 1. Ingredientes y composición química de las dietas experimentales¹

Ítem	Dietas			
	13CON	13TRT	17CON	17TRT
Ingredientes (% materia fresca)				
Cereales	62,5	61,8	46,5	43,9
Paja	15,0	15,0	15,0	15,0
Semilla de girasol	15,0	15,3	15,0	15,3
Harina de girasol	7,50	7,96	23,5	25,9
Composición química (% materia seca)				
Materia orgánica	96,1	96,0	95,2	95,1
Extracto etéreo	8,53	8,57	8,37	8,53
Proteína bruta	13,1	13,0	17,0	16,9
Fibra neutro detergente	32,5	32,2	36,9	36,6
Fibra ácido detergente	12,7	12,5	16,5	16,6
Lignina ácido detergente	2,62	2,56	3,90	4,02
Hidratos de carbono no estructurales²	41,9	42,3	32,9	33,1

¹ 13CON y 17CON: Dietas con 13% y 17% de proteína bruta, respectivamente, y proteína de girasol sin tratar. 13TR y 17TR: Dietas con 13% y 17% de proteína bruta, respectivamente, y proteína de girasol tratada con una solución de ácido málico 1 M (400 ml/kg) a 150 °C durante 1 h.

² Calculado como 100 – (cenizas + extracto etéreo + proteína bruta + fibra neutro detergente)

Como donantes de líquido ruminal se utilizaron cuatro ovejas adultas (67,2 kg ± 2,31 kg de peso vivo) provistas de una cánula permanente en el rumen. Los animales recibieron heno de gramíneas y concentrado en proporción 2:1 administrados en dos partes iguales a las 09:00 y 17:00 h y tuvieron acceso libre al agua limpia durante toda la prueba. El líquido ruminal se obtuvo de cada oveja inmediatamente antes de la primera comida diaria. El contenido ruminal de cada animal se filtró a través de cuatro capas de gasa, se recogió el fluido filtrado en termos con un espacio superior libre de O₂ y se trasladó inmediatamente al laboratorio. Las cuatro dietas se incubaron en viales de vidrio con 115 ml de capacidad, en los que se pesaron con precisión 300 mg de materia seca de cada muestra. El fluido ruminal se mezcló con el medio de cultivo descrito por Goering y Van Soest (1970) en una relación volumétrica de 1:4 a 39 °C bajo gaseado continuo con CO₂ justo antes de la incubación y se dosificaron 30 ml de la mezcla en cada vial. Tras la dosificación, los viales se cerraron herméticamente, se agitaron para mezclar bien su contenido con el sustrato y se introdujeron inmediatamente en un incubador a 39 °C. Tras 24 horas de incubación se midió el gas producido y se tomó una muestra (15 ml) para analizar su contenido en metano (CH₄). Además, se tomaron muestras del contenido de los viales para el análisis de su concentración en ácidos grasos volátiles (AGV) siguiendo el procedimiento descrito por Carro y Miller (1999) y de amoníaco según el método de Weatherburn (1967). La cantidad de materia orgánica aparentemente fermentada (MOAF) en cada vial se calculó a partir de la producción de AGV según la fórmula propuesta por Demeyer (1991).



Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza factorial en el que el nivel de proteína, el tratamiento de protección de la proteína y su interacción se consideraron efectos fijos, y el inóculo se consideró como efecto aleatorio. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se detectaron interacciones significativas entre el nivel de proteína y el tratamiento de protección (Tabla 2), excepto para la producción de AGV totales, en la que se observó una tendencia ($p=0,09$). Ni el nivel de proteína ni su tratamiento afectaron ($p>0,05$) al pH final ni a la producción de gas. Las dietas con un 17% de proteína generaron menos metano ($p<0,001$) y AGV totales ($p=0,001$) que las dietas con un 13% de proteína, lo que indicaría que se fermentaron en menor medida. Este hecho se puede observar en la menor cantidad de materia orgánica fermentable ($p<0,001$) en las dietas con un 17% de proteína. La menor fermentación pudo ser debida a la menor cantidad de cereales en las dietas con un 17% de proteína (62,5%, 61,8%, 46,5% y 43,9% para 13CON, 13TR, 17CON y 17TR, respectivamente), ya que los cereales se fermentan muy rápidamente en el rumen. Además, se observaron diferencias entre las dietas debidas al nivel de proteína en las cantidades producidas de los diferentes AGV individuales. Las dietas con un 13% de proteína produjeron mayor cantidad de acético ($p=0,004$), propiónico ($p=0,001$) y butírico ($p=0,001$), pero menor cantidad de isovalérico ($p<0,001$). Además, la producción de isobutírico tendió a ser menor ($p=0,064$) con las dietas con un 13% de proteína que con las que contenían un 17%.

Tabla 2. Efecto del nivel de proteína (NP) y del tratamiento de la proteína con ácido málico y calor (TR) en la fermentación *in vitro* de las dietas experimentales¹

Item	Dietas				EEM ²	P =		
	13CON	13TR	17CON	17TR		NP	TR	NP x TR
pH	6,70	6,63	6,65	6,66	0,024	0,69	0,25	0,21
Gas (ml)	56,3	55,5	57,7	58,3	3,294	0,55	0,98	0,84
CH ₄ (ml)	5,68	5,53	5,05	5,13	0,125	<0,001	0,79	0,39
Total ácidos grasos volátiles (AGV; μ mol)	1163	1129	1023	1055	17,2	0,001	0,95	0,09
AGV individuales (μ mol)								
Acético	627	612	549	574	15,0	0,004	0,747	0,22
Propiónico	303	294	256	268	5,7	0,001	0,84	0,11
Isobutírico	18,5	18,1	19,3	21,5	0,98	0,064	0,40	0,23
Butírico	170	164	152	148	3,1	<0,001	0,12	0,69
Isovalérico	21,9	19,9	23,5	22,1	0,42	0,001	0,003	0,46
Valérico	22,4	21,1	23,1	22,3	0,67	0,22	0,14	0,73
NH ₃ -N (mg/l)	138	125	177	149	4,731	<0,001	<0,001	0,17
CH ₄ /AGV (ml/ μ mol)	0,492	0,492	0,496	0,488	0,007	0,99	0,54	0,52
MOAF (mg) ³	103	99,9	89,8	92,1	1,432	<0,001	0,81	0,10
MOAF (%)	36,0	35,0	31,5	32,3	0,502	<0,001	0,81	0,10

¹ 13CON y 17CON: Dietas con 13% y 17% de proteína bruta, respectivamente, y proteína de girasol sin tratar. 13TR y 17TR: Dietas con 13% y 17% de proteína bruta, respectivamente, y proteína de girasol tratada con una solución de ácido málico 1 M (400 ml/kg) a 150 °C durante 1 h. ² Error estándar de la media. ³ Materia orgánica aparentemente fermentada.



La mayor producción de isobutírico e isovalérico observada para las dietas con un 17% de proteína indicaría una mayor degradación absoluta de la proteína, ya que estos AGV se generan en la degradación de aminoácidos ramificados (Wallace y Cotta, 1988). Estos resultados concuerdan con la mayor concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ ($p < 0,001$) detectada en las dietas con un 17% de proteína, ya que el $\text{NH}_3\text{-N}$ es uno de los principales productos finales de la fermentación de las proteínas. El tratamiento protector de la proteína no afectó a ninguno de los parámetros medidos, excepto a la cantidad de isovalérico y la concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$, que fueron menores para las dietas que contenían la proteína de girasol protegida que para las dietas control. Estos resultados indican que se produjo una menor degradación de la proteína en las dietas con proteína protegida, por lo que el tratamiento aplicado fue eficaz para su protección. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Vanegas *et al.* (2017a) quienes observaron que el tratamiento de la proteína de girasol con ácido málico y calor reducía su degradación en el rumen. Vanegas *et al.* (2017b) han observado que la fermentación de la proteína contribuye a la producción de CH_4 en el rumen. Sin embargo, en nuestro estudio se observó que la fermentación de las dietas con un 17% de proteína generaba menos metano que la de las dietas con un 13% de proteína. Este hecho puede explicarse por la menor fermentación de las dietas con un 17% de proteína, tal y como se refleja en la falta de diferencias entre dietas en la relación CH_4/AGV (Tabla 2).

CONCLUSIONES

El tratamiento de protección de la proteína de girasol fue efectivo para reducir la degradación proteica, ya que redujo la concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$, pero no afectó significativamente a la producción de CH_4 . Este tratamiento no afectó de forma negativa a los parámetros fermentativos *in vitro* en las dietas, por lo que podría usarse en la práctica para reducir la degradación de la proteína sin afectar a la degradación ruminal del resto de componentes de la dieta. Son necesarios estudios con animales para comprobar la efectividad de este tratamiento en la práctica.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los proyectos AGL2012-31064 (financiado por la CICYT) y MEDGAN ABI-2913 (financiado por la Comunidad de Madrid y cofinanciado con Fondos Estructurales de la UE).

BIBLIOGRAFÍA

- Carro, M.D. and Miller, E.L., 1999. British Journal of Nutrition, 82: 149-157.
- Demeyer, D. I., 1991: In: Jouany, J. P. (ed.), *Rumen microbial metabolism and ruminant digestion*. Paris, France: INRA Editions. pp. 217-237.
- Díaz-Royón, F., Arroyo, J. M., Alvir, M. R., Sánchez, S. and González, J. 2016. Small Rum. Res. 134: 58-61.
- Dijkstra, J., C. K. Reynolds, E. Kebreab, A. Bannink, J. L. Ellis, J. France, and A. M. van Vuuren. 2013.. EAAP publication No. 134, Sacramento, CA.
- Goering, M.K. and Van Soest, P.J. 1970. Agricultural Handbook, N°. 379. Agricultural Research Services, USDA, Washington DC.
- Martínez M.E., Ranilla M.J., Tejido M.L., Ramos S. and Carro M.D. 2010. Anim. Feed Sci. Technol. 158:126-135.
- Vanegas, J. L., Carro, M. D., Alvir, M. R. and González, J., 2017a. J. Sci. Food Agric. 97: 350-356.
- Vanegas, J.L., Carro and González, J. 2017b. J. Animal. Physiol. Anim. Nutr. (En prensa; DOI: 10.1111/jpn.12604).
- Wallace, R. J. and Cotta, M. A., 1988: In: *The Rumen Microbial Ecosystem* (Ed. P.N. Hobson), pp. 217-250. London: Elsevier Applied Science.
- Weatherburn, M.W., 1967. Anal. Chem. 39: 971-974.



EFFECTO DEL USO DE PROTEÍNA PROTEGIDA FRENTE A LA DEGRADACIÓN RUMINAL EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS DE CEBO

Haro, Andrés Norberto ¹; Hernández, Elder José ¹; de la Fuente, Jesús ²

Tutores: Carro, María Dolores ¹ y González, Javier ¹

¹ Departamento de Producción Agraria, ETSIAAB, Universidad Politécnica de Madrid

² Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid
an.haro@alumnos.upm.es

RESUMEN

La reducción de la contaminación medioambiental producida por la producción ganadera es un objetivo prioritario de investigación. En los animales rumiantes pueden usarse proteínas protegidas para reducir la excreción de nitrógeno al medio ambiente. El objetivo de este estudio fue analizar los efectos del uso de harina y semilla de girasol protegidas con ácido málico y calor en la ingestión, la digestibilidad de la dieta, el rendimiento productivo y la fermentación ruminal y cecal de corderos en cebo. Veinticuatro corderos de raza Lacaupe ($14,2 \pm 0,35$ kg PV) se distribuyeron en dos grupos homogéneos. Los corderos fueron alimentados con un pienso control (proteína de girasol no tratada) y un pienso similar que contenía semilla y harina de girasol tratadas con ácido málico y calor para proteger la proteína de la degradación ruminal. Los corderos fueron alimentados con pienso y paja *ad libitum* y la digestibilidad de la dieta se determinó en la semana 5 de la prueba. Los corderos fueron sacrificados al alcanzar los 26 kg de peso vivo. No hubo efectos de la protección de la proteína en el consumo de pienso o paja, la ganancia media diaria, el rendimiento de la canal y la digestibilidad aparente de la materia seca ($P = 0,18$ a $P = 0,95$). Tampoco se observaron diferencias entre los tratamientos en el pH ruminal, la concentración de ácidos grasos volátiles en rumen y ciego ($P > 0,05$), pero la pared del rumen fue más oscura ($P = 0,003$) en los corderos alimentados con el pienso tratado. La protección de la proteína de girasol con ácido málico y calor en las condiciones del presente estudio no influyó en la ingestión de la dieta ni mejoró el rendimiento productivo de los corderos.

Palabras clave: Corderos de engorde, proteína de girasol, tratamiento térmico y ácido málico

INTRODUCCIÓN

Los animales rumiantes tienen una baja eficiencia de utilización del nitrógeno (N), que provoca una elevada excreción de N al medio ambiente. Esta ineficiencia es debida parcialmente a pérdidas de amoníaco a nivel ruminal, por lo que trasladar el lugar de la digestión de la proteína del rumen al intestino delgado reduciría la contaminación y mejoraría la eficiencia nitrogenada. Para ello es necesario proteger la proteína frente a la degradación ruminal, siendo los ácidos y el calor los tratamientos más utilizados. La proteína del girasol se caracteriza por su alta velocidad de degradación, por lo que al aplicar ambos tratamientos se puede actuar sinérgicamente, reduciendo el coste del tratamiento térmico, las reacciones de Maillard y el impacto negativo del ácido sobre la actividad microbiana y el ambiente ruminal (González et al., 1999). En un trabajo previo se observó la eficacia del tratamiento con ácido málico y calor para proteger la degradación de la proteína de girasol (harina y semilla) y mejorar la fermentación ruminal *in vitro* (Vanegas et al., 2017), si bien las pruebas *in vivo* son limitadas. El objetivo de este estudio fue analizar los efectos del tratamiento de la harina y semilla de girasol con ácido málico y calor en la ingestión, la digestibilidad de la dieta, la fermentación ruminal y cecal y el rendimiento productivo de corderos en cebo.



MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se utilizaron 24 corderos de raza Lacaune ($14,2 \pm 0,35$ kg) que se distribuyeron en dos grupos homogéneos según su peso vivo. Cada grupo se asignó al azar a uno de los dos tratamientos experimentales: pienso con proteína protegida y pienso control. La protección de la harina y semilla de girasol se realizó pulverizando una solución de ácido málico 2N (400 ml/kg) y secando posteriormente en una estufa a 150°C durante 2 h. Los dos piensos se formularon con los mismos ingredientes y solo se diferenciaron en el tratamiento indicado. Los ingredientes fueron cebada (26,4%), maíz (26,3%), trigo (19,6%), harina de girasol (10,9%), semilla de girasol (8,9%), harina de soja (5,0%), carbonato cálcico (2,24%), sal (0,48%) y corrector vitamínico-mineral (0,2%). Los dos piensos contenían un 15% de PB (35% procedente del girasol) y 5,7% de grasa (66% procedente del girasol).

Durante todo el experimento los corderos permanecieron en jaulas individuales (1 m^2) y dispusieron de pienso, paja y agua a voluntad. La ingestión de pienso y paja se controló dos veces por semana y los animales se pesaron semanalmente. En la semana 5 del experimento se determinó la digestibilidad en 10 corderos por tratamiento, para lo que se recogieron y pesaron las heces producidas durante 6 días y se tomó una muestra representativa (10%) para determinar su contenido en materia seca.

El sacrificio de los animales se realizó en un matadero comercial en dos semanas consecutivas, al alcanzar los 26 kg de peso vivo. Tras el sacrificio se tomaron muestras del contenido ruminal y cecal. El contenido ruminal se filtró por cuatro capas de gasa, se midió su pH y se mezclaron 2 ml con 2 ml de HCl 0,5N. Además, se pesaron 2 g de contenido cecal y se mezclaron con 2 ml de HCl 0,5 N. Las muestras de rumen y ciego se congelaron inmediatamente a -20°C hasta el análisis de la concentración en $\text{NH}_3\text{-N}$ y ácidos grasos volátiles (AGV). Finalmente se tomó una muestra de la pared ruminal, a cuyo color se le asignó una puntuación de 1 a 5, correspondiendo el 5 al color más oscuro. La canal se pesó inmediatamente después del sacrificio y a las 24 horas de oreo en una cámara frigorífica (4°C). Además se midió el pH del músculo *Longissimus dorsi* a las 0 y 24 horas.

El análisis de la concentración en AGV se realizó mediante cromatografía de gases según el procedimiento descrito por Carro y Miller (1999). La concentración de amoníaco se analizó por colorimetría según el método de Weatherburn (1967). Los resultados de la prueba se analizaron mediante un análisis de varianza de una vía usando el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias en el consumo de pienso y paja de los corderos, su ganancia media diaria, el índice de conversión ni la digestibilidad de la materia seca (Tabla 1). Los corderos que consumieron el pienso tratado ingirieron un 5% más de pienso que los corderos control, lo que indica que el tratamiento de la proteína no redujo la palatabilidad del pienso. Los valores de la ganancia media diaria, índice de conversión y digestibilidad de la materia seca estuvieron dentro del rango de los obtenidos en corderos en cebo que recibían piensos de composición similar (Carro et al., 2006).

La protección de la proteína en el pienso no afectó al peso de la canal caliente y fría, al rendimiento de la canal ni al pH del músculo *Longissimus dorsi* (Tabla 2). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Díaz-Royón et al. (2016), quienes administraron piensos tratados con ácido málico y calor a corderos en cebo y no observaron efecto alguno sobre la ingestión, el índice de conversión o el rendimiento de la canal.



Tabla 1. Peso vivo inicial, consumo de pienso y paja, ganancia media diaria, índice de conversión y digestibilidad de la materia seca de la dieta en corderos de cebo que recibían un pienso control o con proteína de girasol protegida con ácido málico y calor (Tratado)

Item	Control	Tratado	EEM ¹	P =
Peso Inicial (kg)	14,2	14,2	0,31	0,98
Consumo de pienso (g/d)	873	915	21,6	0,18
Consumo de paja (g/d)	31,3	32,9	2,15	0,61
Consumo total (g)	904	948	2,1	0,18
Ganancia media diaria (g)	314	329	14,8	0,47
Índice de conversión (g/g)	2,98	2,92	0,161	0,77
Digestibilidad de la materia seca (%)	79,9	81,2	0,66	0,22

¹ Error estándar de la media.

Tabla 2. Valores medios del rendimiento productivo y pH de la carne de corderos de cebo alimentados con un pienso control (Control) o con proteína de girasol protegida (Tratado)

Item	Control	Tratado	EEM ¹	P =
Peso al sacrificio (kg)	26,5	27,1	0,46	0,36
Peso canal caliente (kg)	12,7	13,7	0,21	0,21
Peso canal fría (kg)	12,4	12,8	0,21	0,20
Rendimiento canal (%)	47,7	47,9	0,88	0,74
pH <i>Longissimus dorsi</i> a las 0 h	6,76	6,77	0,042	0,95
pH <i>Longissimus dorsi</i> a las 24 h	5,68	5,64	0,033	0,37

¹ Error estándar de la media.

Como se puede observar en la Tabla 3, la inclusión en el pienso de la proteína de girasol protegida no afectó al pH ruminal, la concentración de AGV totales en el rumen y el ciego ni a las proporciones de los AGV individuales. Estos datos concuerdan con los obtenidos por Carro et al. (2006), quienes observaron que la suplementación del pienso de corderos de engorde con malato sódico y cálcico al 0,4 o 0,8% del pienso no afectó al pH ruminal, la concentración de AGV totales ni a las proporciones molares de los AGV individuales. En el presente estudio los corderos que recibían el pienso tratado presentaron un color más oscuro de la mucosa ruminal ($P = 0,003$), que pudo ser debido a la acción corrosiva del ácido málico o a una mayor abrasión de la cascarilla de la semilla de girasol al ser tratada con ácido y calor. Sin embargo, la falta de diferencias entre grupos en la digestibilidad de la materia seca del pienso y los parámetros productivos indicarían que el tratamiento de protección de la proteína no afectó negativamente a la absorción de nutrientes en el rumen.

CONCLUSIONES

La inclusión de proteína del girasol protegida con ácido málico y calor en el pienso de corderos en cebo no afectó a la ingestión, digestibilidad, rendimiento productivo ni la concentración de ácidos grasos volátiles y nitrógeno amoniacal de los animales. El tratamiento analizado en este estudio no redujo la ingestión ni la digestibilidad de la dieta, pero tampoco mejoró los parámetros productivos, por lo que no puede recomendarse su uso en la práctica.



Tabla 3. Valores medios de los parámetros fermentativos en el rumen y ciego de corderos en cebo que recibían un pienso control o con proteína de girasol protegida con ácido málico y calor (Tratado)

Tramo digestivo e ítem	Control	Tratado	EEM ¹	P =
Rumen				
pH	5,17	5,26	0,060	0,51
Total ácidos grasos volátiles (mM)	152	156	11,8	0,78
Proporciones molares (mol/100 mol)				
Acético	49,0	48,5	1,19	0,73
Propiónico	41,0	41,6	1,29	0,76
Butírico	5,87	5,98	0,721	0,92
Otros AGV ²	4,06	3,98	0,288	0,83
Acético:Propiónico (mol/mol)	1,21	1,19	0,069	0,85
NH ₃ -N (mg/L)	51,8	52,1	16,1	0,99
Color de la pared	1,71	2,78	0,171	0,003
Ciego				
Total ácidos grasos volátiles (mM)	172	171	9,28	0,91
Proporciones molares (mol/100 mol)				
Acético	66,4	64,1	1,64	0,32
Propiónico	19,4	20,1	1,07	0,65
Butírico	11,5	13,2	0,86	0,17
Otros AGV (mol/100 mol) ²	2,75	2,67	0,258	0,82
Acético:Propiónico	3,61	3,29	0,238	0,36
NH ₃ -N (mg/L)	76,6	63,1	11,83	0,49

¹ Error estándar de la media.

² Calculados como la suma de isobutírico, isovalérico, valérico y caproico.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los proyectos AGL2012-31064 (financiado por el MINECO) y MEDGAN ABI-2913 (financiado por la Comunidad de Madrid y cofinanciado con Fondos Estructurales de la UE).

BIBLIOGRAFÍA

- Carro, M.D. and Miller, E.L., 1999. British Journal of Nutrition, 82: 149-157.
- Carro, M.D., Ranilla, M.J., Giráldez, F.J., Mantecón, A.R. 2006. Journal of Animal Science. 84: 405-410.
- Díaz-Royón, F., Arroyo, J. M., Alvir, M. R., Sánchez, S., González, J. 2016. Small Ruminant Research. 134: 58-61.
- González, J., Sánchez, L., Alvir, M.R. 1999. Reproduction Nutrition Development. 39: 607-616.
- Vanegas, J.L., Carro, M.D., Alvir, M.R., González, J. 2017. Journal of the Science of Food and Agriculture. (In press; DOI: 10.1002/jsfa.7743).
- Weatherburn, M.W., 1967. Analytical Chemistry 39: 971-974.



CUANTIFICACIÓN DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA EN LAS EMISIONES DE METANO EN VACUNO DE CARNE

Cardeñosa, Estefanía²

Tutores: González, Oscar¹; López, Javier²

¹Departamento de cría de animales. Instituto Nacional de investigación agraria y alimentaria.

²Departamento de Producción Agraria. ETSIAAB. Universidad Politécnica de Madrid.
estefania.cardenosa.soriano@alumnos.upm.es

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue comparar las emisiones de un animal bajo dos escenarios. El primero asume un intervalo entre partos de 444 días y edad al primer parto de 1.095 días, el segundo de ellos asume un intervalo entre partos de 365 días y edad al primer parto de 730 días. Las emisiones de metanos se calcularon a través de la energía requerida bruta del animal y con ello se estableció una tasa por kg de metano producido y se evaluaron que caracteres de producción tiene mayor impacto en la eficiencia y las emisiones de metano. Los resultados de este trabajo muestran que en el caso de disminuir el intervalo entre partos y la edad al primer parto se produce una reducción global de emisiones de metano y a la vez, un aumento en número de partos, lo que se traduce como mayor beneficio y unas menores repercusiones en las emisiones de metano.

Palabras clave: Emisiones, metano, vacuno

INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo aborda la problemática de emisiones de metano en el ganado vacuno de carne. A partir de una serie de ecuaciones para cuantificar el metano producido indirectamente por la vaca en fermentación entérica y por gestión de estiércol utilizando la energía bruta que consume el animal, se obtuvieron diversos resultados para novilla, nodriza, cebo y desecho. El estudio consta de dos tipos de hipótesis, en las cuales se reduce el intervalo entre partos (de 444 días a 365) y edad al primer parto (de 1.095 días a 730).

Además se impone una tasa por kg de metano producido de 2,5€ para poder ser introducido como coste por ternero comercializado y año y cuantificar así los gastos de producción de metano para cada tipo de animal.

El objetivo deseado comparando ambos casos de estudio es encontrar el tipo de producción óptima para el ganadero, reducir las emisiones y obtener mayor beneficio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el cálculo de las emisiones se utilizó la información proporcionada por la Confederación Nacional de Blonda de Aquitania (CONABA). Los caracteres y condicionantes necesarios para la estimación de las emisiones se exponen en la Tabla 1. En el estudio realizado se compararon las emisiones producidas en dos casos: Caso A datos medios de la Asociación en el período 2011-2016 y Caso B, reducción del intervalo entre partos a 365 días y edad al primer parto a 730 días. Estas emisiones se cuantificaron en kg de metano por kg de carne producida. Se impuso una tasa económica de 2,5 €/kg de CH₄ emitido, cuantificando económicamente la importancia económica de las emisiones de metano y comparando la eficiencia de los dos casos expuestos en €/kg de carne producida debido a las emisiones de CH₄.



Tabla 2. Caracteres y condicionantes utilizados para la estimación de las emisiones de metano para los casos A (Datos medios CONABA) y B (Reducción intervalo entre partos 365 días y edad al primer parto 730 días).

Caracteres	Casos de estudio	
	A	B
Peso adulto (kg)	650	650
Peso al nacimiento (kg) (Hembra/Macho)	43,7/ 46,3	43,7/ 46,3
Peso al destete (kg) (Hembra/Macho)	262/292	262/292
Peso al sacrificio (kg) (Hembra/Macho)	421,9/470,4	421,9/470,4
Peso canal (kg) (Hembra/Macho)	227,8/254	227,8/254
Edad al primer parto (d)	1.095	730
Intervalo entre partos (d)	444	365
Edad al último parto (d)	4.380	4.380
Mortalidad terneros (%)	1	1
Mortalidad adulta (%)	1	1
Productividad (terneros comercializados/vaca/año)	0,63	0,79

Las emisiones se calcularon según las ecuaciones del IPCC (2006). El método que se utilizó para la estimación de metano en ganado vacuno fue el nivel 2, este método se utiliza cuando la fermentación entérica constituye la fuente de emisión principal y además, es superior al 25% de las emisiones totales. Se asumió para el cálculo las siguientes condiciones: clima templado de 20°C y sistema de gestión estiércol líquido/Fango, con la misma digestibilidad. La estimación de las emisiones se calculó según:

$$FE_T = FE_1 + FE_2$$

Donde FE_T es el factor de emisión total por cabeza, FE_1 es el factor de emisión debido a la fermentación entérica y FE_2 debido a la gestión del estiércol.

$$FE_1 \text{ se calculó como: } FE_1 = \frac{EB \times Y_m}{55,65}$$

Donde EB es la energía bruta expresada en MJ, 55,65 es el contenido de energía del metano (MJ/kg CH₄) e Y_m es el factor de conversión de energía bruta en metano. Varía entre el 2 y 7,5% de la energía bruta ingerida para digestibilidad entre 85 y 45% respectivamente, para mayor precisión se puede utilizar la siguiente regresión con una fiabilidad del 87%:

$$Y_m = -0,0038 * (DE^2) + 0,3501 * DE - 0,8111$$

Donde DE es la digestibilidad entérica del alimento, para este trabajo se ha supuesto una digestibilidad de 70%.

$$FE_2 \text{ se calcula como: } FE_2 = VS \times \left(B_0 \times 0,656 \times \frac{MCF}{100} \times MS \right)$$

Donde VS son sólidos volátiles excretados por kg materia seca, B_0 Capacidad máxima de producción de metano del estiércol producido expresado en m³ de CH₄ /VS, 0,656 es el factor de conversión de m³ de CH₄ a kg de CH₄, MCF es el factor conversión de metano dependiendo del sistema de gestión de estiércol y región climática y MS es fracción del estiércol manejado usando el sistema de gestión del estiércol en una región climática.

VS se calcula como:

$$VS = \left[EB * \left(1 - \frac{DE}{100} \right) + (EU * EB) \right] * \left(1 - \frac{Ceniza}{18,45} \right)$$

Donde EB es Energía bruta expresada en MJ, DE es la digestibilidad del alimento en %, EU es la energía urinaria expresada como fracción de la EB (0,04), Ceniza: es el



contenido de ceniza del estiércol (para vacunos =0,08) y 8,45: factor de conversión para energía bruta por kg de materia seca.

Las necesidades energéticas fueron estimadas según A'gabriel and D'Hour (2007) e INRA (1988) para nodrizas, novillas y animales de desecho. Para animales en cebo fueron estimadas según NRC (2000) y FEDNA (2008). Las necesidades fueron expresadas por ternero comercializado y año y se realizó según el modelo bioeconómico de López-Paredes et al. (2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las necesidades energéticas de terneros en cebo, novillas, nodrizas y animales de desecho estimadas por ternero comercializado y año para los dos casos de estudio, se encuentra en la tabla 2. Las diferencias entre ambos se produjeron en novillas, nodrizas y desecho de los animales, siendo las diferencias en novillas de 14.764 MJ mayor en el caso A, en nodrizas de 5.206 MJ mayor en el caso B y en desecho de 253 MJ en el caso B. Esto produjo una diferencia en las emisiones de metano en los dos casos, expresada en kg de metano por ternero comercializado y año de en novillas, en nodrizas y en desecho (Tabla 3). Estas diferencias se deben, en primer lugar a que para el caso B los períodos improductivos son mayores y, por tanto, las nodrizas y novillas necesitan mayor cantidad de energía para producir un ternero. Además el número de terneros comercializados es mayor en el Caso A y esas emisiones son soportadas por un mayor número de animales comercializados por al año.

Tabla 2. Necesidades brutas anuales en MJ estimadas en los casos A (Datos medios CONABA) y B (Reducción intervalo entre partos 365 días y edad al primer parto 730 días). (MJ/ternero comercializado/año) para terneros en cebo (Hembras/Machos), novillas, nodriza y desecho.

Tipo de animal	Casos de estudio	
	A	B
Terneros en cebo (Hembra/Macho) (MJ/ternero comercializado/año)	15.60/16.79	15.60/16.79
Novillas (MJ/ternero comercializado/año)	23.51	8.75
Nodrizas (MJ/ternero comercializado/año)	67.22	72.42
Desecho (MJ/ternero comercializado/año)	1.95	2.21

Tabla 3. Kg de metano con digestibilidad del alimento de 70% por ternero comercializado y año en los casos A (Datos medios CONABA) y B (Reducción intervalo entre partos 365 días y edad al primer parto 730 días). Porcentaje de Metano emitido por cada tipo de animal.

Tipo de animal	Casos de estudio		% Metano	
	A	B	A	B
Ternero en cebo (Hembra/Macho) (kg CH ₄ /ternero comercializado/año)	17,78/18,87	17,78/18,87	14,59	15,97
Novilla (kg CH ₄ /ternero comercializado/año)	26,39	9,82	21,67	8,82
Nodriza (kg CH ₄ /ternero comercializado/año)	75,44	81,28	61,93	72,99
Desecho (kg CH ₄ /ternero comercializado/año)	2,19	2,48	1,81	2,22

La Tabla 3 muestra los kilogramos de CH₄ emitidos para la producción de un ternero comercializado anualmente, siendo mayores en el caso A debido a sus mayores períodos improductivos (edad al primer parto e intervalo entre partos). En la tabla 4 se muestra la estimación de emisiones por ternero comercializado y kilogramo de carne producida para una canal de 227,8 kg para hembras y 254 kg para machos. Siendo para las emisiones



20 kg de CH₄ menores por ternero comercializado para el caso A, si se expresa por kilogramos de carne producida, el caso B emitiría 0,10 kg de CH₄ menos que el caso A. Suponiendo una tasa por kg de CH₄ de 2,5€ la producción de kg de carne en el caso A estaría 0,20€ más penalizada por kilogramo de carne.

Tabla 4. Emisiones de metano por Kg de carne producida y repercusión económica, en los casos A (Datos medios CONABA) y B (Reducción intervalo entre partos 365 días y edad al primer parto 730 días).

	A	B
Emisiones de CH ₄ (kg CH ₄ /ternero comercializado/año)	101,8	81,3
Emisiones de CH ₄ (kg CH ₄ /kg canal)	0,45/0,40	0,36/0,32
Repercusión económica de (€/kgCH ₄ /kg canal)	1,12/1,00	0,89/0,80

CONCLUSIONES

La mejora del intervalo entre partos y el adelantamiento de la edad al primer parto conllevan una reducción de las emisiones debido a una mayor eficiencia en la producción expresada como productividad (nº de terneros comercializados por vaca y año). Las diferencias significativas en la novilla vienen por la edad al primer parto que influye en la ganancia media diaria, en una menor tasa de reposición y en un menor número de lotes. El tipo de producción óptima sería la del caso B, no solo se reducen las emisiones globales del animal si no que aumenta el beneficio por un mayor número de terneros comercializados, además al reducir las emisiones no solo disminuye el coste por la tasa de metano y producto si no que el animal tiene menos pérdidas de energía que utiliza para mayor crecimiento y producción. Una vez cuantificado el coste de emisiones se puede introducir en la función de beneficios para predecir que animales son mejores o peores en términos de eficiencia económica.

BIBLIOGRAFÍA

- A.Bach, C.Fernández, M.Terre. 2010. Normas FEDNA: Recomendaciones nutricionales para rumiantes de recría.
- A.Ferret, S.Calsamiglia, A.Bach, M.Devan, C.Fernández, P.García-Rebollar. 2008. Normas FEDNA: Necesidades nutricionales para rumiante de cebo.
- Agabriel, J. 2013. Alimentation des bovins, ovins et caprins: Besoins des animaux - Valeurs des aliments. Tables Inra 2007.
- Emisiones resultantes de la gestión del ganado y del estiércol. Directrices del IPCC. 2006. Volumen 4. Capítulo 10.
- J.López-Paredes, J.A Jiménez- Montero y R. Alenda 2017. Modelo bioeconómico.
- Mapama. 2015. Inventario nacional de emisiones a la atmósfera 1990-2013, volumen 2: Análisis sectorizado de las emisiones-metodologías, capítulo 3 , 175-185
- NRC. 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle.

ÍNDICES

Índice de palabras claves

A

aceite de oliva	55
ácido málico	75,105,109
ambiente	51
aprendizaje social.....	13
Archea	17

C

calor.....	75
cambio climático	25
clima	21
Coffea arabica L.....	83
competencias IPMA	13
composicion química.....	9
conflicto.....	71
cooperación al desarrollo.....	83
corderos de engorde	109
coste-efectividad	25
CRISPR/Cas9	17
cunicultura	51
Cycling Dof Factor 3.....	37

D

degradación ruminal	75
desarrollo	29
drought.....	37

E

ecuaciones de predicción	93
edad.....	21
educación	29
efector	63
eficiencia reproductiva.....	87
emisiones	113
Enterococcus faecalis	33
estrés hídrico.....	55
extreme temperatures	37
eyaculado	21

F

facilidad de parto	67
fecundidad.....	51
fertilidad	67

G

gobernanza.....	71
gobernanza de la tierra	13
greenhouse.....	101

H

HDOP	59
------------	----

I

inmunoglobulinas.....	97
irrigation.....	101

M

marco de siembra	45
mcrA	17
medio ambiente	29
mercados mayoristas	79
metano	113
mitigación.....	25
monitorización	41
mortalidad.....	67
multiplicación vegetativa	83

O

orujo de aceituna	93
oxitocina	97

P

precision agriculture	59
pre-inseminación	87
producción de gas in vitro.....	9
productos hortofrutícolas	79
prostaglandinas.....	97
proteína de girasol	105,109
prueba de letalidad embrionaria	33

R

rendimiento	45
riego deficitario	55

S

salinity	37
satélites	59
secreción	63
semilla y harina de girasol.....	75
simbiosis.....	63
solar energy.....	101
soldadura.....	41
sonda doble.....	87
subproductos de naranja y limón	9

T

tratamiento térmico.....	105, 109
--------------------------	----------

termografía.....41

U

unidades alimentarias 79

V

vacuno 33

valoración nutritiva 93

virulencia 33

W

water pumping 101

Working With People 71

Z

zea mays 45

Índice autores

Blanco, Ana E.....	33
Bugueño-Echiburu, Felipe	13
Cardeñosa, Estefanía.....	113
Cauto, Javier	87
Cayambe, Jhenny	25
da Costa Neto, Wilson Valente	59
De Evan, Trinidad	9
de la Fuente, Jesús	109
de la Peña, Ana.....	83
Delgado, Beatriz	17
Domínguez, José.....	37
Duran, Mary Cruz	21, 51
García, Alejandro.....	45
Garrido-Izard, Miguel	59
Haro, Andrés Norberto.....	9,75,105,109
Hernández, Elder José	75,109
Guamán, Santiago	21, 51
Gutiérrez, Raúl.....	41
Maldonado, María.....	41
Merino, Alicia	55
Navarro, Carlos.....	93
Pacheco, Alba	63
Romero, Erick	79
Ruiz, Paula	83
Salas-Igea, Ignacio	67
Salinero, Alvaro	63
Sánchez-Bayo, María	97
Sangro, Sebastián	29
Sevillano, Leydi Giovanna.....	101
Valle, Daniel.....	63
Vidal, Nadia	71
Wang, Huaxin	101
Zhou, Tingyi	101

Índice tutores

Alenda, Rafael	67
Alvir, María Remedios	87,97
Barreiro Elorza, Pilar.....	41,59
Barrera, Victor	25
Benito, Alejandro	55
Buxadé, Carlos.....	33
Carro, María Dolores	9,75,93,105,109
Castañeda, Rodrigo	13,71
Centeno, Ana.....	83
De Blas, Carlos	9,93
De Los Ríos, Ignacio	13,71,79
Díaz, Virginia.....	83
González, Javier	75,105,109
González, Óscar	17,113
Hernández, Carlos G.....	29, 45
Iglesias, Ana.....	25
López, Javier	67,113
Medina, Joaquín	37
Moreda, Guillermo	101
Muñoz, Miguel Angel	101
Rebollar, Pilar G.....	21, 51
Rey, Luis.....	63
Rodríguez, María.	21, 51
Valero, Constantino.....	59
Vergara, Germán	41
Vicente, Jesús	37

$$\int (\cos 2x - \sin 3x) dx$$



MEDGAN
Integrating Agriculture and Environment

